

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«ЯКІСТЬ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

(для студентів I курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія, освітня програма «Хімічні технології та інженерія»)

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «ЯКІСТЬ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» (для студентів 1 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161– Хімічні технології та інженерія, освітня програма «Хімічні технології та інженерія»)/ Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Г. І. Гуріна, Д. А.Бражник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 59 с.

Укладачі : канд. хім. наук Г. І. Гуріна,
канд. техн. наук Д. А. Бражник

Рецензент

О. О. Мураєва, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

*Рекомендовано кафедрою хімії та інтегрованих технологій, протокол
№ 5 від 15.10.2019.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Визначення хімічного складу сировини та продукції хімічних технологій.....	6
2 Визначення реологічних властивостей сировини	13
3 Визначення оптичних властивостей сировини та продукції хімічних технологій, вимірювання параметрів кольору.....	19
4 Визначення оптичних властивостей сировини та продукції хімічних технологій. Вимірювання блиску за ДСТУ EN 13300:2012, ISO 2813.....	28
5 Визначення механічних властивостей сировини та продукції хімічних технологій. Вимірювання умовної твердості покриттів лакофарбових матеріалів за маятниками Кеніга та Персоза.....	36
6 Визначення механічних властивостей сировини та продукції хімічних технологій. Вимірювання стійкості до удару за допомогою приладу TQC покриттів на основі лакофарбових матеріалів	41
7 Визначення механічних властивостей сировини та продукції хімічних технологій. Вимірювання еластичності покриттів на основі лакофарбових матеріалів з використанням шкали еластичності з циліндричними стрижнями.....	44
8 Визначення механічних властивостей сировини продукції хімічних технологій. Вимірювання адгезії покриттів на основі лакофарбових матеріалів за універсальним шаблоном.....	48
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	58

ВСТУП

Методичні вказівки призначені для підготовки і виконання лабораторних робіт з дисципліни «ЯКІСТЬ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ» для студентів 1 курсу магістерського рівня денної форми навчання спеціальності 161– Хімічні технології та інженерія, освітня програма «Хімічні технології та інженерія»).

Перед виконанням кожної лабораторної роботи студент повинен виконати самостійну роботу та відповісти на наведені контрольні питання і виконати вправи, що дозволять удосконалити своє розуміння теоретичних і практичних знань з відповідних методів аналізу.

Лабораторні роботи розроблені для виконання протягом навчального семестру, а також можуть використовуватися для індивідуальної науково-дослідної роботи студентів.

Перед початком роботи в хімічній лабораторії студенти повинні ознайомитися з певними правилами поведінки та технікою безпеки при роботі у хімічній лабораторії.

Загальні правила роботи й техніка безпеки для працюючих у хімічній лабораторії

Під час роботи в хімічній лабораторії необхідно суворо дотримуватися таких загальних правил безпеки:

1. Студенти обов'язково повинні працювати в халатах, вони зобов'язані підтримувати чистоту й порядок на робочому місці в лабораторії.

2. Слід точно дотримуватись порядку й послідовності операцій, вказаних у даних методичних вказівках. Не дозволяється приступати до виконання лабораторної роботи доти, доки студент не опанує всієї техніки її проведення.

3. Склянки з реактивами загального користування повинні знаходитись на визначеному місці; забороняється їх переносити на робочі столи. Слідкуйте за тим, щоб на всіх банках з реактивами були етикетки з написом назви речовини та її концентрації. Перед і після використання скляного посуду, його слід ретельно вимити.

4. Працювати в лабораторії слід обережно, не проливати і не просипати реактиви. Надлишки реактивів суворо забороняється зсипати чи зливати назад у склянку з чистими реактивами.

5. Досліди з легкозаймистими, леткими, вогненебезпечними, токсичними речовинами або речовинами, які мають неприємний запах, слід проводити у витяжній шафі.

6. Забороняється зливати в раковину залишки кислот, лугів, вогнєнебезпечні рідини й рідини з сильним запахом; їх треба зливати в спеціальні склянки.

7. Категорично забороняється пробувати на смак або запах хімічні речовини, або пити воду з хімічного посуду.

8. Забороняється під час нагрівання рідин і твердих речовин у пробірках спрямовувати їх отвором на себе, або в бік студентів, які знаходяться поряд; забороняється нахилитись над склянками, або заглядати в пробірку зверху, щоб уникнути нещасного випадку в разі можливого викиду нагрітої речовини або уламків скла.

9. Прилади, які необхідно нагрівати, або з яких будуть виділятися гази не слід залишати закритими.

10. Категорично забороняється вмикати без дозволу викладача будь-які прилади й рубильники.

11. При всіх роботах, коли можливе розбризкування їдких речовин (переливання кислот, лугів, або подрібнення чи розтирання в ступках, сплавлення та ін.) необхідно одягати захисні окуляри.

12. Для попередження бурхливого закипання і викиду рідини, яка нагрівається до кипіння, необхідно користуватись «кипілками» (шматочками подрібненого фарфору або скляні кільки). «Кипілки» забороняється додавати в нагріту до кипіння рідину, їх слід вносити тільки в холодну рідину.

13. Під час розведення концентрованих кислот, особливо сульфатної, слід лити її у воду, а не навпаки.

14. У разі виникнення непорозумінь стосовно виконання дослідів лабораторної роботи необхідно припинити роботу й звернутися до викладача.

15. На робочому місці категорично забороняється вживати їжу та пити воду. Після закінчення роботи необхідно як слід вимити руки.

16. По закінченню роботи необхідно привести в порядок своє робоче місце.

17. У разі нещасного випадку слід негайно звернутися до викладача.

Допомога при термічних і хімічних опіках

У разі термічного опіку уражене місце необхідно негайно протерти ватою, намоченою етиловим спиртом або розчином перманганату калію. В разі сильного опіку потрібно накласти стерильну пов'язку або накрити обпечене місце чистою тканиною і обов'язково звернутись до лікаря.

Концентровані кислоти (хлоридна, сульфатна, нітратна тощо) та луги (їдкий натр, їдкий калій) при потраплянні на шкіру або в очі можуть завдати дуже тяжкі хімічні опіки. При опіках шкіри кислотою уражене місце слід негайно промити великою кількістю води, потім 3–5 %- ним розчином питної соди (гідрокарбонатом натрію) і знову ретельно промити водою. При потраплянні кислот або кислотної пари в очі, або до ротової порожнини, треба багаторазово промити їх струменем води, потім розчином питної соди та знову водою. При опіках шкіри їдкими лугами слід добре промити вражене місце водою (до зникнення відчуття слизькості), а потім 3–5 %-вим розчином оцтової (або борної) кислоти. В разі опіку очей лугом треба їх промивати під струменем води не менше 15 хв. і негайно звернутися до лікаря.

1 ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.1 Питання для самостійної підготовки

1. За значенням якого показника відрізняють пігменти від наповнювачів?
2. Які речовини належать до пігментів? Наведіть приклади.
3. Чому у пігментах обмежують та контролюють вміст водорозчинних солей та домішок ?
4. Яке співвідношення між розмірами часток пігментів та товщею шару лакофарбового покриття?
5. Охарактеризувати механізми протикорозійної дії пігментів. Який механізм протикорозійної дії хімічно інертних пігментів та алюмінієвої пудри?
6. Класифікація пігментів за кольором, хімічним складом, призначенням у складі лакофарбового матеріалу, методом одержання?
7. Визначити КОКП діоксиду титану в алкідному лаці, якщо щільність пігменту 3800 кг/м^3 , основи лаку 1100 кг/м^3 , оліє ємкість пігменту 25 г/100 г ?
8. Визначити ОКП для системи: лак (50%) – 60г, пігмент – 25, розчинник – 15г, щільність основи лаку 1100 г/м^3 , пігменту – 4200 кг/м^3 ?
9. Визначити оліє ємкість суміші пігментів, якщо першого пігменту з оліє ємкістю 45 г/100 г в суміші 30%, а іншого -70% з оліє ємкістю 12 г/100 г .
10. Визначити вміст домішок з оліє ємкістю 110 г/100 г до діоксиду титану, якщо його оліє ємкість у сертифікаті якості дорівнює 60 г/100 г .

1.2 Теоретичні положення

Композиційні лакофарбові матеріали – багатокомпонентні системи, що складаються з пігментів, наповнювачів, олігомерів, пластифікаторів, розчинників, функціональних добавок. Визначення хімічного складу сировини для виготовлення композиційних лакофарбових матеріалів – важлива задача, що дозволяє ідентифікувати сировинні компоненти та забезпечити дотримання норм технологічних процесів виготовлення продукції хімічних технологій та одиничні показники якості продукції. Пігментами називають природні та синтетичні, органічні та неорганічні, високодисперсні, кристалічні речовини, що не розчиняються в плівкоутворювачах та відповідають наступним вимогам: певний розмір та форма частинок, певний хімічний склад та тип кристалічної решітки, відсутність водорозчинних речовин. Пігменти характеризуються значеннями коефіцієнтів переломлення світла більшими за 1.8, простотою, екологічною безпечністю та відтворюваністю технологій виробництва, доступністю та дешевизною сировини.

В лабораторній роботі «Визначення хімічного складу сировини та продукції хімічних технологій» наведені методи якісного аналізу пігментів, а також сировини та проміжних продуктів, що використовуються при їх синтезі. Методики якісного аналізу пігментів складені на основі нормативно-технічної документації щодо окремих типів пігментів, а також на основі матеріалів, що відповідають нормам, прийнятим в промисловості при виробництві пігментів.

Якісний аналіз складу пігментів використовують для діагностування пігментів, визначення наявності чи відсутності домішок інших пігментів або дешевих наповнювачів у складі пігментів.

При аналізі пігментів, сировини і проміжних продуктів застосовують їдкі і токсичні речовини, проводять кип'ятіння і випарювання розчинів, що супроводжуються їх розбризкуванням. Тому слід неухильно і ретельно виконувати всі заходи з техніки безпеки, застосовувати засоби індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавички, хімічні халати) пов'язані з умовами проведення даного аналізу.

У звіті отримані результати аналізу пігменту повинні бути представлені з розрахунковими даними і з даними нормативно-технічної документації на окремі марки пігментів. Слід зауважити, що в пігментах крім домішок міститься вода, сумарна кількість якої в окремих пігментах коливається від 0,5 до 2%, досягаючи до 6 - 8% в залізній блакиті (низькоінтенсивній). У звіті слід навести значення відносних розбіжностей при зіставленні теоретичних та експериментальних значень (у ваг. %) і вказати можливі причини виникнення цих розбіжностей при виробництві пігментів нормам.

1.3 Якісний аналіз хімічного складу пігментів

Для якісного аналізу пігментної частини невідомого складу використовують наступний алгоритм:

1. Якісні проби пігментної частини на присутність окремих елементів шляхом здійснення проби на полум'я.
2. Аналіз пігментної частини на розчинність у кислотах.
3. Аналіз розчинної у кислотах пігментної частини.
4. Аналіз нерозчинної у кислотах пігментної частини.

1.4 Порядок проведення роботи

Інформацію про склад пігментної частини композиційного матеріалу можна отримати після проведення аналізу пігментної частини на присутність окремих елементів шляхом здійснення проби «на полум'я».

1.5 Робота в лабораторії

Посуд і реактиви

1. Хлоридна кислота HCl (конц.).
2. Реактив Тіле
3. Na_2CO_3 (карбонат натрію).
4. Розчин аміаку NH_4OH .
5. HNO_3 (нітратна кислота).
6. H_2O_2 (перекис водню).
7. H_2SO_4 (сірчана кислота).
8. Бюретка місткістю 25 мл.
9. Колби мірні (250, 500, 1000 мл).
10. Конічна колба місткістю 250 мл.
11. Піпетки місткістю 10, 20 мл.

1.5.1 Якісні проби пігментної частини на присутність окремих елементів шляхом здійснення проби «на полум'я»

1,00 г пігмента поміщують у пробірку та приливають декілька крапель концентрованої соляної кислоти. Занурюють у пробірку з пробкою прокалений платиновий дріт з петлею. Дріт вносять у верхню частину окиснювального полум'я пальника Теклу. Про присутність наступних елементів свідчить характерне забарвлення полум'я, дані про яке наведені у таблиці 1.1:

Таблиця 1.1 - Забарвлення полум'я при наявності у пробі наступних елементів

Елемент	Мідь	Стронцій	Кальцій	Натрій	Барій	Калій
Колір полум'я	Зелений	Червоний	Помаранчево-червоний	Жовтий	Світло-зелений	Віолетовий

Після проведення спостережень слід зробити висновки про склад пігментної частини.

Наступну інформацію про хімічний склад пігментної проби слід складати з даних про розчинність проби у кислотах.

1.5.2 Аналіз пігментної частини на розчинність у кислотах

Присутність карбонатів у пігментній частині може бути встановлена при додаванні до пігмента кислоти, навіть такої слабкої, як оцтова, по характерному виділенню і бульбашок двоокису вуглецю. При виділенні двоокису вуглецю можна припустити присутність у пігментній пробі вапняків, крейди, доломіта. Виділення сірчаного водню свідчить про наявність литопону. Диоксид титану, сульфат барію, свинця, силікати (тальк, каолін) нерозчинні в мінеральних кислотах.

Для проведення аналізу у пробірку слід насипати 0,50 г пігмента та додати 10 см³ концентрованої соляної кислоти.

Зробити висновки про склад пігментної частини на основі проведених досліджень.

1.5.3 Аналіз розчинної у кислотах пігментної частини

У скляний стакан ємністю 500 см³ перенести наважку пігментної проби 5,00 г, розчинити у 100 см³ концентрованої соляної кислоти, профільтрувати та проаналізувати отриманий розчин на присутність катіонів різних елементів.

Осадити 10%-ним розчином аміака такі гідроксида, як Fe(OH)₃, Al(OH)₃, Cr(OH)₃, Ti(OH)₄. Для визначення кальцію та магнію розчин слід підкислити HCl та визначити Ca у вигляді оксалата та Mg у вигляді фосфата.

При наявності у пробі Fe та Al слід розчинити осад гідроксидів у HCl та визначити Fe іодометричним методом та Al комплексонометричним методом.

Зробити висновки про присутність з'єднань Fe, Al, Cr, Ti у пігментній пробі.

1.5.4 Аналіз нерозчинної у кислотах пігментної частини

Метод оснований на сплавленні проби з карбонатами лужних металів, наступним розчиненням сплава у воді та визначенні існуючих у розчині аніонів

та катіонів. У присутності свинця заборонено сплавляти пробу у платиновому тиглі. Тому сульфат свинцю попередньо слід відокремити кип'ятінням з 40% розчином ацетату натрія.

Осад пігментної частини після обробки соляною кислотою густиною 1190 кг/м^3 промивають водою та сушать у сушильній шафі. Потім осад змішують у платиновому тиглі з 6-8-кратною кількістю безводного карбоната натрію, зачиняють тигель платиновою кришкою та сплавляють суміш при температурі $1000-1200^\circ\text{C}$. Після охолодження тигель з плавом переносять у стакан з водою та кип'ятять до подрібнення плаву. Двоокис титану та карбонати важких металів залишаються у осаді, а сульфат натрію переходить у розчин. Осад фільтрують, промивають гарячим 1%-ним розчином карбонату натрію та розчиняють на фільтрі гарячим розчином HCl (1:3). Карбонати важких металів переходять у розчин у вигляді хлоридів, а двоокис титана залишається у осаді на фільтрі. Осад двоокису титану змивають з фільтра у стакан ємністю 500 см^3 та розчиняють у сірчаній кислоті густиною 1840 кг/м^3 при кип'ятінні.

Хід визначення

1.5.5 Якісний аналіз білих пігментів і наповнювачів

1.5.5.1 Розпізнавання ZnO

Якісними ознаками ZnO є повна розчинність у HCl , H_2SO_4 , NaOH без шипіння з утворенням світлого розчину, поява від нагрівання жовтизни, що зникає при охолодженні.

Для проведення аналізу $1,00 \text{ г}$ пігменту додають у склянку ємністю $0,05 \text{ л}$, потім додають $1,0 \text{ см}^3$ води, ретельно перемішують і розчиняють при кип'ятінні в $10,0 \text{ см}^3$ розчину соляної кислоти (розведення 1:2) впродовж 5 хвилин. Аналогічні проби на розчинність повторюють з сірчаною кислотою (розведення 1:2) та 50% розчином NaOH .

Для якісного визначення наявності з'єднань миш'яку в цинкових білилах розчиняють $0,5 \text{ г ZnO}$ у 3 мл 10% розчину HCl , доливають 5 мл реактиву Тіле і нагрівають пробірку з вмістом у киплячій водяній бані впродовж 15 хвилин. При відсутності миш'яковистих з'єднань не повинне спостерігатися побуріння розчину чи утворення бурого осаду.

Після проведення аналізу зробити висновки про хімічний склад пігмента та написати рівняння хімічних реакцій, які мають місце при проведенні аналізу.

1.5.5.2 Розпізнавання $\text{ZnS} \cdot n\text{BaSO}_4$

В основі ідентифікації літопону використовують факт, що при розчиненні літопона в 20÷30% HCl , H_2SO_4 виділяється H_2S .

Для проведення аналізу 1,00 г літопону поміщають у склянку ємністю 0,25л та розчиняють у 20 см³ розчину соляної кислоти (розведення 1:1). Розчин доводять до кипіння та випарюють, потім додають 1 см³ нітратної кислоти (розведення 1:1) та знову випарюють. Виділення H₂S свідчить про присутність в пробі літопона.

Після проведення аналізу зробити висновки про хімічний склад пігменту та написати рівняння хімічних реакцій, які мали місце при проведенні аналізу.

1.5.5.3 Якісний аналіз діоксиду титана TiO₂

Розчинність TiO₂ у концентрованій сірчаній кислоті при нагріванні. При дії перекису водню на розчин сульфата титану з'являється жовтогаряче фарбування. При відновленні отриманого розчину цинковим пилом у присутності H₂SO₄ з'являється бузкове фарбування.

Для проведення аналізу 0,1 г TiO₂ поміщають у склянку місткістю 50 см³, додають 5 см³ концентрованої сірчаної кислоти. Склянку закривають чистим склом і нагрівають до розчинення двоокису титана. Потім розчин прохолоджують, поступово додають 30 см³ води і перемішують. При додаванні до отриманого розчину декількох крапель H₂O₂ з'являється жовтогаряче фарбування.

При додаванні до отриманого розчину цинкового пилу в кількості 2 г відновлюють Ti⁴⁺ до Ti³⁺ впродовж 10 хв. до появи бузково-фіолетового фарбування. Наявність фарбування свідчить про наявність TiO₂ у зразку.

Після проведення аналізу зробити висновки про хімічний склад пігмента та написати рівняння хімічних реакцій, які мали місце при проведенні аналізу.

1.5.6 Якісний аналіз синіх неорганічних пігментів

1.5.6.1 Якісна ідентифікація ультрамарину

Якісна ідентифікація ультрамарину ґрунтується на тому, що ультрамарин знебарвлюється від впливу HCl чи H₂SO₄ з виділенням H₂S.

Для проведення аналізу проби на присутність ультрамарину 0,3 г пігменту поміщають у конічну колбу місткістю 25,0 мл і додають 10,0 мл 50 % розчину HCl чи H₂SO₄.

Після проведення аналізу зробити висновки про хімічний склад пігменту та написати рівняння хімічних реакцій, які мали місце при проведенні аналізу.

1.5.5.2 Якісна ідентифікація залізної лазурі

Якісна ідентифікація залізної лазурі ґрунтується на тому, що залізна лазур розчинна в оксалатній кислоті, руйнується під дією розчинів лугів з утворенням бурого осаду.

Для проведення ідентифікації залізної лазурі 0,2 г пігменту поміщають у конічну колбу місткістю 25,0 мл і додають 10,0 мл 50% розчину NaOH.

Після проведення аналізу зробити висновки про хімічний склад пігмента та написати рівняння хімічних реакцій, які мали місце при проведенні аналізу.

Результати з визначення складу пігментів у пігментній суміші слід занести до протоколу та табл. 1.2 та зробити висновки

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики аналізу суміші пігментів з метою їх ідентифікації.

Проведення аналізу суміші пігментів _____

(колір суміші)

Таблиця 1.2 - Протокол аналізу проби пігментів

№	Зміст	Значення та опис параметру
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації проби суміші пігментів (вага проби, колір, дисперсність)	
2.	Колір та забарвлення полум'я та визначені елементи	
3.	Звіт з якісного аналізу проби суміші пігментів з наведенням рівнянь хімічних реакцій та висновків після кожного етапу аналізу	
4.	Комплексний аналіз результатів випробувань за п.2 та 3.	
10.	Будь-які відхилення від встановленого порядку у нормативно-технічній документації з аналізу та випробування пігментів	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	П, І та П/б, Дата проведення випробувань	

Висновки:

2 ВИЗНАЧЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ

2.1 Питання для самостійної підготовки

1. Визначити кінематичну в'язкість лаку УРФ-01 у сП, якщо час витікання з віскозиметру ВЗ-246 з діаметром 4 мм складає 150с.
2. Термометр з якою похибкою можна застосовувати при вимірюванні в'язкості рідин за ВЗ-246?
3. У якій точці зразка матеріалу слід вимірювати температуру при визначенні в'язкості за ВЗ-246?
4. Що таке реологія?
5. Що розуміють під ньютонівським та не ньютонівським плином ЛФМ?
6. Що таке тіксотропія?
7. Як застосовують модифікатори реології?
8. Наведіть приклади асоціативних та неасоціативних згущувачів ВД ЛФМ.
9. Визначити в'язкість лаку у сП, якщо час витікання з віскозиметру ВЗ-246 з діаметром 6 мм складає 70с.
10. Які заходи слід передбачити при вимірюванні в'язкості рідини у приміщенні з температурою +30°C за ВЗ-246?

Визначення в'язкості сировини, напівфабрикатів та готових ЛФМ за ISO 2431

2.1 Робота в лабораторії

Посуд і реактиви

1. Рідкі рослинні олії: соняшникова, рапсова, соєва, льняна, рицинова та інші рослинні олії, пластифікатори, розчини олігомерів, фарби, емалі, 1М розчин NaOH;
2. Віскозиметр типу ВЗ-246 з діаметром сопла 2, 4 і 6 мм і ємкістю не менше $(100 \pm 1) \text{ см}^3$;
3. Секундомір з похибкою не більше $\pm 0,2 \text{ с.}$,
4. Скляна паличка,
5. Скляний стакан ємністю 150-250 мл,
6. Термометр з точністю $0,1^\circ\text{C}$.

2.2 Загальні відомості

Теоретичні положення

Умовна в'язкість лакофарбових матеріалів, які здатні до самовільної текучості, - це час безперервного витікання визначеного об'єму

досліджуваного матеріалу через каліброване сопло віскозиметра типу ВЗ-246. Умовна в'язкість лакофарбових матеріалів вимірюються у секундах або у $\text{мм}^2/\text{с}$. Можливе переведення значень умовної в'язкості у кінематичну у сантистоксах (сСт).

2.4.1 Фізичні величини, в'язкість рідини

В'язкість - властивість рідини, яке визначає опір рідини до зовнішнього впливу. В'язкість можна представити як внутрішнє тертя між окремими шарами рідини при їх зміщенні відносно один одного.

Існують два основних параметри для визначення в'язкості рідини: динамічна (або абсолютна) в'язкість і кінематична в'язкість. Динамічна в'язкість представляється як відношення одиниці сили, необхідної для зсуву шару рідини на одиницю відстані, до одиниці площі шару.

2.4.3 Визначальне рівняння для динамічної в'язкості

У міжнародній системі одиниць СІ при вираженні одиниці тиску зсуву F/S у паскалях, градієнта швидкості $\text{grad}v$ (змiна швидкості рідини, віднесеної до відстані поміж шарами) в секундах в мінус першому ступені динамічна в'язкість μ виразиться у $(\text{Па}\cdot\text{с})$. У метричній системі одиниця в'язкості представляється у $\text{грам/сантиметр в секунду}$ чи в пуазах . Прийняте позначення: $\text{пуаз} - \text{П}$.

Динамічна в'язкість представляється як відношення одиниці сили, необхідної для зсуву кулі рідини на одиницю відстані, до одиниці площини кулі.

$$1\text{Па}\cdot\text{с} = 10\text{ пуаз}.$$

Одиниці виміру динамічної в'язкості паскаль-секунда і пуаз значні за своїми розмірами і тому застосовують частинні одиниці – міліпаскаль-секунда мПа і сантипуаз сП .

$$1\text{ мПа}\cdot\text{с} = 1\text{ сП}.$$

Перекладні множники для розрахунку динамічної в'язкості наведені у таблиці 2.1.

Величина, що зворотна динамічній в'язкості визначається як плинність рідини і в міжнародній системі одиниць (СІ) визначається $\text{Па}^{-1}\cdot\text{с}^{-1}$.

Формула для визначення кінематичної в'язкості при заданій динамічній в'язкості виглядає так:

$$\text{кінематична в'язкість } \nu = \frac{\text{динамічна в'язкість } \mu}{\text{густина рідини } \rho} \quad (2.1)$$

Таблиця 2.1 - Множники для розрахунків динамічної в'язкості

Одиниця	Мікропуаз (мкП0	сантіпуаз (сП)	Пуаз г/(см·с)	Па·с кг/(м·с)	кг/м·г	кг·с/м ²
Мікропуаз (мкП)	1	10 ⁻⁴	10 ⁶	10 ⁻⁷	3,6·10 ⁻⁴	1,02·10 ⁻⁸
Сантіпуаз (сП)	10 ⁴	1	10 ²	10 ⁻³	3,6	1,02·10 ⁻⁴
Пуаз г/см·с	10 ⁶	10 ²	1	10 ⁻¹	3,6·10 ²	1,02·10 ⁻²
Па·с кг/(м·с)	10 ⁷	10 ³	10	1	3,6·10 ³	1,02·10 ⁻¹
кг/(м·г)	2,78·10 ³	2,78·10 ⁻¹	2,78·10 ⁻³	2,78·10 ⁻⁴	1	2,84·10 ⁻³
кг·с/м ³	9,81·10 ⁷	9,81·10 ³	9,81·10 ²	9,81	3,53·10 ⁴	1

Одиниця виміру кінематичної в'язкості у системі СІ – квадратний метр до секунди, у метричній системі – квадратний сантиметр на секунду чи стокс. Прийняте позначення стокса – Ст.

$$1 \text{ м}^2/\text{с} = 10^4 \text{ Ст}$$

Одиниця виміру кінематичної в'язкості квадратний метр на секунду і стокс значна за своїми розмірами і для практичного застосування використовують квадратний міліметр на секунду та сантистокс сСт.

$$1 \text{ мм}^2/\text{с} = 1 \text{ сСт.}$$

Перекладні множники для розрахунку кінематичної в'язкості наведено у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Множники для розрахунків кінематичної в'язкості

Одиниці	мм ² /с (Ст)	см ² /с (Ст)	м ² /С	м ² /Г
мм ² /с (сСт)	1	10 ⁻²	10 ⁻⁶	3,6·10 ⁻³
см ² /с (Ст)	10 ²	10 ⁴	1	0,36
м ² /с	10 ⁶	10 ⁴	1	3,6·10 ³
см ² /Г	2,78·10 ²	2,78	2,78·10 ⁻⁴	1

При необхідності перерахунків параметрів в'язкості можна скористатися співвідношенням, дотримуючись розмірностей фізичних величин, наприклад:

$$\nu(\text{сСт}) = \frac{\mu(\text{сП})}{\rho(\text{г/см}^3)}$$

2.2

В'язкість та густина рідин при 20°C наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3- В'язкість та густина рідин при 20°C

№	Назва рідини	Динамічна в'язкість, μ $10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$	Густина, ρ , кг/м^3	Кінематична в'язкість ν , $10^{-6} \text{ м}^2\text{с}^{-1}$
1	анілін	4,43	1022	4,33
2	ацетон	0,33	789,9	0,42
3	Бензин	0,53	700-750	0,76-0,71
4	бензол	0,65	877	0,74
5	Вода важка	1,34	1105	1,22
6	Гліцерин безводний	1480	1261	1170 (11,7 Ст)
7	гас	2,17	800	2,7
8	Кислота азотна	0,91	1527	0,60
9	Кислота мурашина	1,78	1220	1,46
10	Кислота сірчана	25,4	1840	13,8
11	олія касторова	987	960	1030
12	олія оливкова	84	910	92,31
13	Олія трансформаторна	31,6	866	36,49
14	Нафта легка	17,8	712	25
15	Нафта важка	128	914	140
16	Ртуть	1,55	13579	0,114
17	Скипидар нафти	1,49	855	1,74
18	Спирт метиловий (метанол)	0,58	791,7	0,73
19	Спирт етиловий (етанол)	1,20	789,3	1,52
20	Тетрахлорметан	0,97	1597	0,61
21	толуол	0,58	867	0,68
22	хлороформ	0,59	1483	0,39

2.4.4 Методика експериментального дослідження

За умовну в'язкість лакофарбових матеріалів, які здатні до самовільної текучості, приймають час безперервного витікання в секундах визначеного об'єму досліджуваного матеріалу через каліброване сопло віскозиметра типу ВЗ-246. Зразок досліджуваного матеріалу перед визначенням умовної в'язкості ретельно перемішують, запобігаючи при цьому утворенню пухирців повітря. Досліджуваний матеріал повинен бути однорідним. Для видалення сторонніх домішок зразок фільтрують через сито і безпосередньо перед вимірюванням ретельно перемішують. Перед використанням віскозиметр і особливо сопло ретельно очищують з використанням розчинника. Дослідження проводять при температурі повітря $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Віскозиметр розміщують у штативі і за

допомогою рівнеміра установлюють в горизонтальному положенні. Під сопло віскозиметра ставлять стакан для збирання ЛФМ, місткість стакану 150-250 мл. Отвір сопла закривають пальцем, досліджуваний матеріал наливають в віскозиметр з надлишком, щоб утворився випуклий меніск над верхнім краєм віскозиметра. Наповнюють віскозиметр повільно, щоб запобігти утворення в ЛФМ бульбашок повітря. Надлишок матеріалу видаляють за допомогою скляної палички шляхом переміщення її по верхньому краю віскозиметра в горизонтальному напрямку. Відкривають отвір сопла і одночасно з появою досліджуваного матеріалу із сопла включають секундомір. В момент першого переривання струменя досліджуваного матеріалу секундомір зупиняють і визначають час витікання ЛФМ у секундах. За результат дослідження приймають середнє арифметичне трьох паралельних результатів досліджень.



Рис. 2.1 Загальний вигляд віскозиметра ВЗ-246

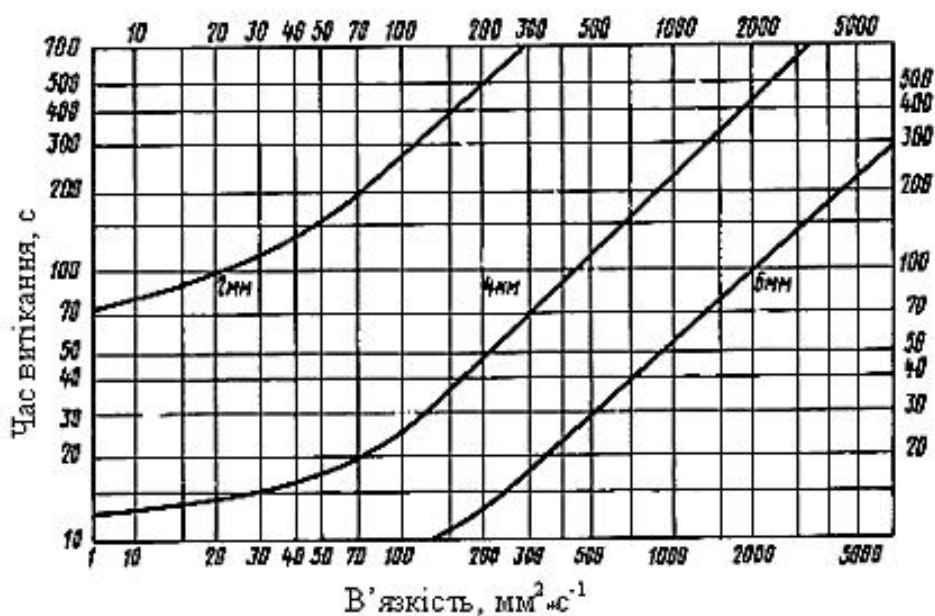


Рис. 2.2 Залежність часу витікання (с) від в'язкості ($\text{mm}^2/\text{с}$) лакофарбового матеріалу в віскозиметрах з різним діаметром сопла

Оптимальний час витікання ЛФМ з віскозиметру з соплами різного діаметру позначено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Оптимальний час витікання ЛФМ з віскозиметру з соплами різного діаметру

Тип віскозиметра	Діаметр сопла віскозиметра, мм	Оптимальний діапазон часу витікання, с
ВЗ-246	2	Від 70 до 300
	4	Від 20 до 200
	6	Від 20 до 200

2.3 Аналіз результатів експериментальних досліджень

Результати експериментальних досліджень слід занести до протоколу та зробити висновки.

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання реологічних властивостей рідких лакофарбових матеріалів. Визначення умовної в'язкості рідких сировинних, напівфабрикатних компонентів та лакофарбових матеріалів.

Проведення вимірювань в'язкості розчину _____

(назва матеріалу)

№п/п	Назва інформаційних параметрів	Фактичні дані
1.	Назва міжнародного стандарту	ISO 2431
2.	Тип та марка ЛФМ	
3.	Тип вимірювальної воронки та діаметр сопла(№ 2-6)	
4.	Температура випробувань, °C	
5.	Час витікання ЛФМ,с	
6.	В'язкість, мм ² /с	
6.	Відхилення від стандарту	
7.	Дата та час вимірювання	
8.	П,і та п/б дослідника	

Провести переведення значень умовної в'язкості дослідженого компонента у кінематичну у сантистоксах (сСт).

Висновки:

3 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ КОЛЬОРУ

3.1 Питання для самостійної підготовки

1. Що називають координатами кольору та кольоровості?
2. Які колориметричні системи існують для вимірювання кольору?
3. Розрахувати координати кольоровості суміші зразків пігментів А та В з координатами кольоровості для А: $x=0,35$; $y=0,40$. Для В: $x=0,40$; $y=0,45$
4. Визначити домінуючу довжину хвилі зразка пігменту, якщо $x=0,36$; $y=0,43$.
5. Які набори параметрів кольору однозначно визначають колір?
6. Теорія Гуревича-Кубелки-Мунка. Який існує зв'язок функції ГKM з величиною коефіцієнта дифузного відбиття?
7. Визначити домінуючу довжину хвилі зразка пігменту, якщо: $x = 0.65$, $y = 0.30$. Відповіді: 1) 630 нм 2) 610 нм 3) 650 нм 4) 620 нм 5) 640 нм
8. Знайти рівняння прямої, на якій знаходяться точки з координатами кольоровості суміші білого та червоного кольорів, якщо: $x(б)=0.3101$, $y(б)=0.3163$, $x(ч)=0.65$, $y(ч)=0.30$.
Відповіді:
 - 1) $y = -0.014x + 0.351$
 - 2) $y = -0.048x + 0.431$
 - 3) $y = -0.038x + 0.238$
 - 4) $y = -0.028x + 0.531$
 - 5) $y = -0.048x + 0.331$
9. Назвати додаткові кольори до червоного, помаранчевого, жовтого, зеленого, синього, фіолетового кольорів при субтрактивному змішуванні кольорів.
Відповіді:
 - 1) Зелений 2) Синій. 3) Жовтий. 4) Червоний. 5) Блакитний .
 - 6) Помаранчовий 7) Фіолетовий
10. Знайти рівняння прямої, на якій знаходяться точки з координатами кольоровості суміші білого та зеленого кольорів , якщо: $x(б)=0.3101$, $y(б)=0.3163$, $x(з)=0.15$, $y(з)=0.60$.
Відповіді:
 - 1) $y = -1.007x + 0.668$
 - 2) $y = -0.772x + 0.688$

3) $y = -1.772x + 0.866$

4) $y = -1.072x + 0.888$

5) $y = -1.020x + 0.008$

11. Назвати додаткові кольори до червоного, помаранчевого, жовтого, зеленого, синього, фіолетового кольорів при адитивному змішуванні кольорів. Відповіді: Зелений 2) Синій. 3) Жовтий. 4) Червоний. 5) Блакитний . 6) Помаранчевий. 7) Фіолетовий.

3.2 Оцінка відмінностей в кольорі. ISO 3668. Робота в лабораторії

3.2.1 Методика визначення

Визначення проводять при природному і штучному освітленні. У першому випадку слід використовувати розсіяне денне світло. Освітлення має бути рівномірним не менше 2000 люкс без прямих сонячних променів. При штучному освітленні порівняння кольору проводять в камері, в яку не проникає стороннє світло, забезпеченою джерелом МКО D65.

Випробовувані панелі і панелі порівняння повинні бути плоскими з розміром не більше 150 × 100 мм. Матеріал панелей - луджена жерсть, алюміній, сталь або скло. Оцінку проводять з відстані 500 мм під кутом 100. При цьому панелі розташовуються одна біля одної.

3.2.2 Вираз результатів

Оцінку відмінностей в кольорі проводять за шестибальною шкалою (табл. 3.2.1):

Складовими відмінностей в кольорі є наступні:

- Різниця відтінків (DH), яке оцінюється за балами від 0 до 5 з додаванням: більш жовтий (ye), більш зелений (gr), більш червоний (re) і більш блакитний (bl).

- Різниця в інтенсивності забарвлення (DC) і в насиченості (DL), які оцінюються за балами від 0 до 5 з додаванням знаків (+) - більше і (-) - менш. Дані наведено у таблиці.

Існують інструментальні методи оцінки кольору, засновані на вимірі спектрального відображення лакофарбової плівки за допомогою спектрофотометра з подальшим розрахунком координат кольоровості або вимірювання координат кольоровості за допомогою колориметра, компаратора кольоручи спектрофотометра. (див. ІСО 7724) (1-3)). У частині 1 дані загальні рекомендації з проведення випробувань. Частина 2 описує метод визначення кольору монохроматичних плівок (з колірною однорідністю). Частина 3 призначена для оцінки плівок ЛФМ з малими колірними відмінностями.

Таблиця 3.2.1- Оцінка відмінностей в кольорі

бал	Величина відмінностей
0	Немає відмінностей
1	Дуже слабкі відмінності
2	Слабкі відмінності, помітні відмінності
3	Середні відмінності, достатньо помітні відмінності
4	Виражені відмінності
5	Сильні відмінності

3.3 Вимірювання кольору пігменту спектрофотометричним методом ISO 787-25

Метою роботи є вивчення основних понять колориметрії та набуття студентами практичних навичок щодо вимірювання та розрахунку основних характеристик кольору пігментованих матеріалів.

Завданням експериментального кількісного визначення кольору пігментів є розрахунок координат кольору, координат кольоровості, кольорового тону, чистоти кольору та яскравості у стандартній колориметричній системі XYZ.

Більшість пігментованих систем представляють собою непрозорі, сильнорозсіювальні середовища, тому основною вихідною інформацією при кількісному вимірі кольору пігментованих матеріалів є їх коефіцієнти дифузного віддзеркалення.

Спектральні залежності коефіцієнтів дифузного віддзеркалення пігментів, що аналізуються, можуть бути отримані за допомогою спектрофотометрів для дослідження в оптичному діапазоні довжини хвиль 400 – 750 нм типу СФ-10, СФ-14, СФ-18, СФ-26, «SpecordM-40», NS-810

Принципова схема спектрофотометричного виміру коефіцієнтів дифузного віддзеркалення представлена на рис. 1

Кількісні характеристики кольору можуть бути отримані також за допомогою спеціальних приладів, одним з типів яких є компаратор кольору. В залежності від типу приладу, що використовується, методи виміру кольору діляться на колориметричні та спектрофотометричні.

В даній роботі кількісні характеристики кольору визначаються з використанням спектрофотометричного методу.

3.3.1 Підготовка зразків до випробування

Пігмент, що аналізується у кількості 5 грам диспергують у водній емульсії ПВА до отримання пасти малярної консистенції.

Пасту, яку отримано, наносять пензлем на картонний диск діаметром 38 мм до повного укриття підкладки з пошаровим сушінням протягом 3-5 хвилин.

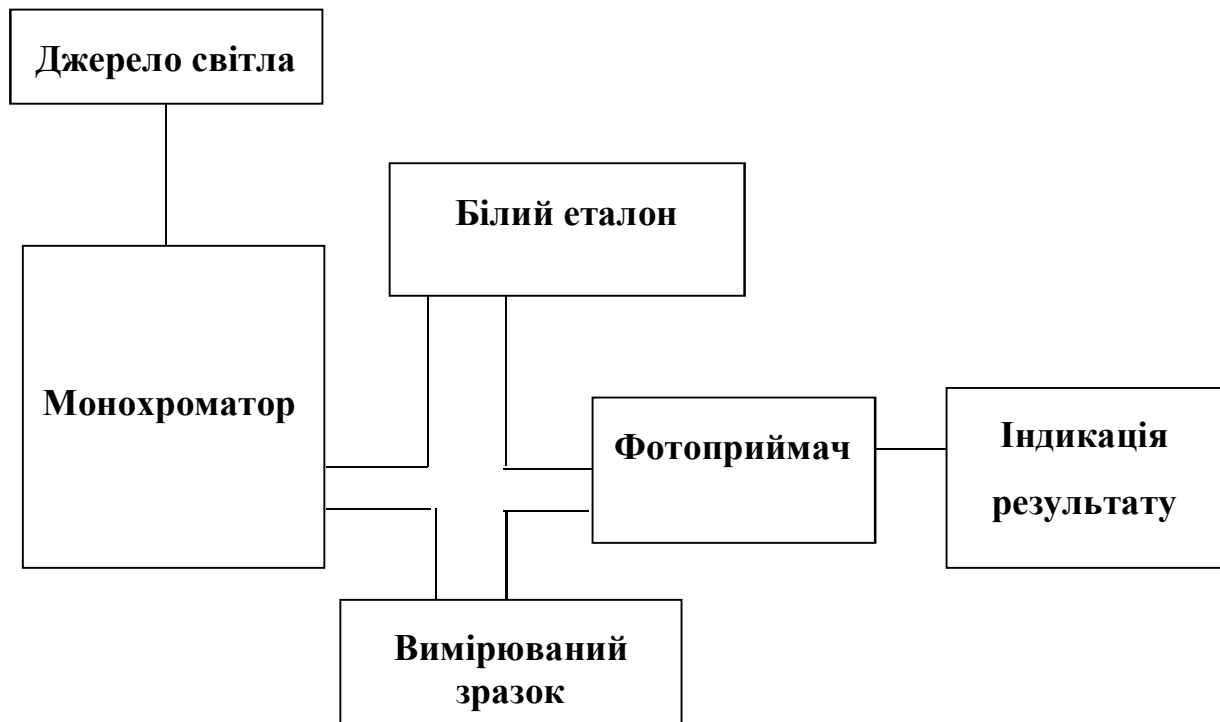


Рис. 3.1 Принципова оптична схема спектрофотометра

3.3.2 Вимірювання коефіцієнтів дифузного віддзеркалення

Вимірювання коефіцієнтів дифузного віддзеркалення відбувається за допомогою спектрофотометру СФ-10. Порядок роботи на спектрофотометрі такий.

1. Закріпити діаграмний лист на барабані записуючого пристрою. Для цього необхідно нижню кромку діаграмного листа обрізати за позначеними штрихами. Підняти перо записуючого пристрою, витягаючи шрифт, розташований біля шкали довжин хвиль. Встановити покажчик за шкалою довжин хвиль на позначку 400 нм. Прі розміщенні діаграмного листа на барабані необхідно стежити за тим, щоб край листа впритул прилягав до правого обмежувача барабана, а перо знаходилося на позначці 400 нм.
2. Встановити в обидва нижніх вікна інтегруючої сфери білі еталони. У верхніх вікнах мають бути вставлені ловушки дзеркальної складової.
3. Встановити швидкість сканування.

4. Встановити кулачок в положенні для запису коефіцієнтів відбиття. Для цього зафіксувати рукоятку з правої сторони приладу в положенні «Т».
5. Підключити прилад до мережі. Включити тумблери «Мережа», «Лампа», «Відпрацювання», «Модулятор». Якщо перо переміститься до краю правого положення, то переключити тумблер «Зміна напрямку». Перо приладу має встановитися на лінії $T = 100\%$.
6. Вимкнути тумблер «Відпрацювання» і замінити в правому нижньому вікні інтегруючої сфери білий еталон на зразок.
7. Включити тумблери «Відпрацювання» і «Розгортка спектра».
8. Після запису спектра вимкнути тумблери «Відпрацювання», «Розгортка спектра», «Модулятор», «Лампа», «Мережа» і відключити прилад від мережі. Звести отримані експериментальні дані в табл. 3.3.1 і 3.3.2.

Таблиця 3.3.1 - Розрахунок координат кольору X , Y , Z за способом обраних ординат для джерела світла C

Номер ординати	Довжина хвиль _нм, для X	Коеф. диф.відз. R , %	Довжина хвиль _нм, для Y	Коеф. диф.відз. R , %	Довжина хвиль _нм, для Z	Коеф. диф.відз. R , %
1	435,5		489,4		422,2	
2	461,2		515,4		432,0	
3	544,2		529,8		438,6	
4	564,0		541,4		444,4	
5	577,3		551,7		450,2	
6	588,7		561,9		455,9	
7	599,5		572,5		462,0	
8	610,8		584,8		468,8	
9	624,0		600,7		477,8	
10	646,2		627,1		495,3	

Таблиця 3.3.2 - Розрахунок координат кольору X, Y, Z за способом зважених ординат для джерела світла C

Номер ординати	Довжина хвилі нм	Коефіцієнт віддзеркалення	Результати розрахунку X, Y, Z та x, y
1	400		
2	420		
3	440		
...	...		
15	680		
16	700		

3.3.3 Розрахунок координат кольору та кольоровості

Координати кольору в системі XYZ розраховують у відповідності з рівняннями:

$$X = \int R(\lambda) \cdot I(\lambda) \bar{x} d(\lambda)$$

$$Y = \int R(\lambda) \cdot I(\lambda) \bar{y} d(\lambda)$$

$$Z = \int R(\lambda) \cdot I(\lambda) \bar{z} d(\lambda)$$

де X, Y, Z – координати кольору; $R(\lambda)$ – спектр віддзеркалення; $I(\lambda)$ – спектральний розподіл енергії джерела світла; $x(\lambda), y(\lambda), z(\lambda)$ – функції складання кольорів для «стандартного спостерігача»; λ – довжина хвилі світла, причому $I(\lambda) \cdot x(\lambda) = E_x; I(\lambda) \cdot y(\lambda) = E_y; I(\lambda) \cdot z(\lambda) = E_z$, значення яких наведені у табл. 3.

Таблиця 3.3.3 - Наведені до «стандартного спостерігача» характеристики джерел випромінювання C, A і D₆₅

$\lambda,$ нм	C			A			D ₆₅		
	E_x	E_y	E_z	E_x	E_y	E_z	E_x	E_y	E_z
400	0.170	0.005	0.810	0.039	0.001	0.186	0.270	0.028	1.212
420	2.478	0.074	11.944	0.523	0.016	2.520	3.269	0.343	15.460
440	7.955	0.520	40.03	1.853	0.122	9.318	6.886	1.117	35.102
460	6.729	1.387	38.749	2.039	0.421	11.732	6.094	2.594	34.987
480	2.237	3.233	18.995	0.855	1.243	7.790	1.597	5.048	15.229
500	0.103	6.797	5.75	0.054	3.582	3.025	0.072	8.654	4.065
520	1.163	12.914	1.429	0.851	9.536	1.054	2.112	13.708	1.093
540	5.573	18.284	0.391	4.637	15.189	0.324	86.731	17.247	0.243
560	11.767	19.658	0.078	11.020	18.431	0.073	12.067	17.125	0.00
580	16.844	15.972	0.031	19.437	18.443	0.0326	18.624	14.294	0.00
600	17.909	10.625	0.014	25.408	15.083	0.019	17.312	10.176	0.00
620	14.148	6.301	0.003	22.745	10.136	0.005	12.851	5.994	0.00
640	7.392	2.884	0.00	13.115	5.121	0.00	6.182	2.584	0.00
660	2.725	1.005	0.00	5.256	1.943	0.00	2.094	0.830	0.00
680	0.739	0.258	0.00	1.609	0.584	0.00	0.547	0.213	0.00
700	0.563	0.059	0.00	0.419	0.151	0.00	0.117	0.046	0.00

Координати кольоровості x, y, z розраховують за формулами:

$$X = \frac{x}{x + y + z}$$

$$Y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$Z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

$$X + Y + Z = 1$$

Остання умова дозволяє графічно зобразити кольоровість у декартових координатах x , y на кольоровому графіку. На рис. 3.3.2 зображено кольоровий графік системи XYZ для джерела світла С.

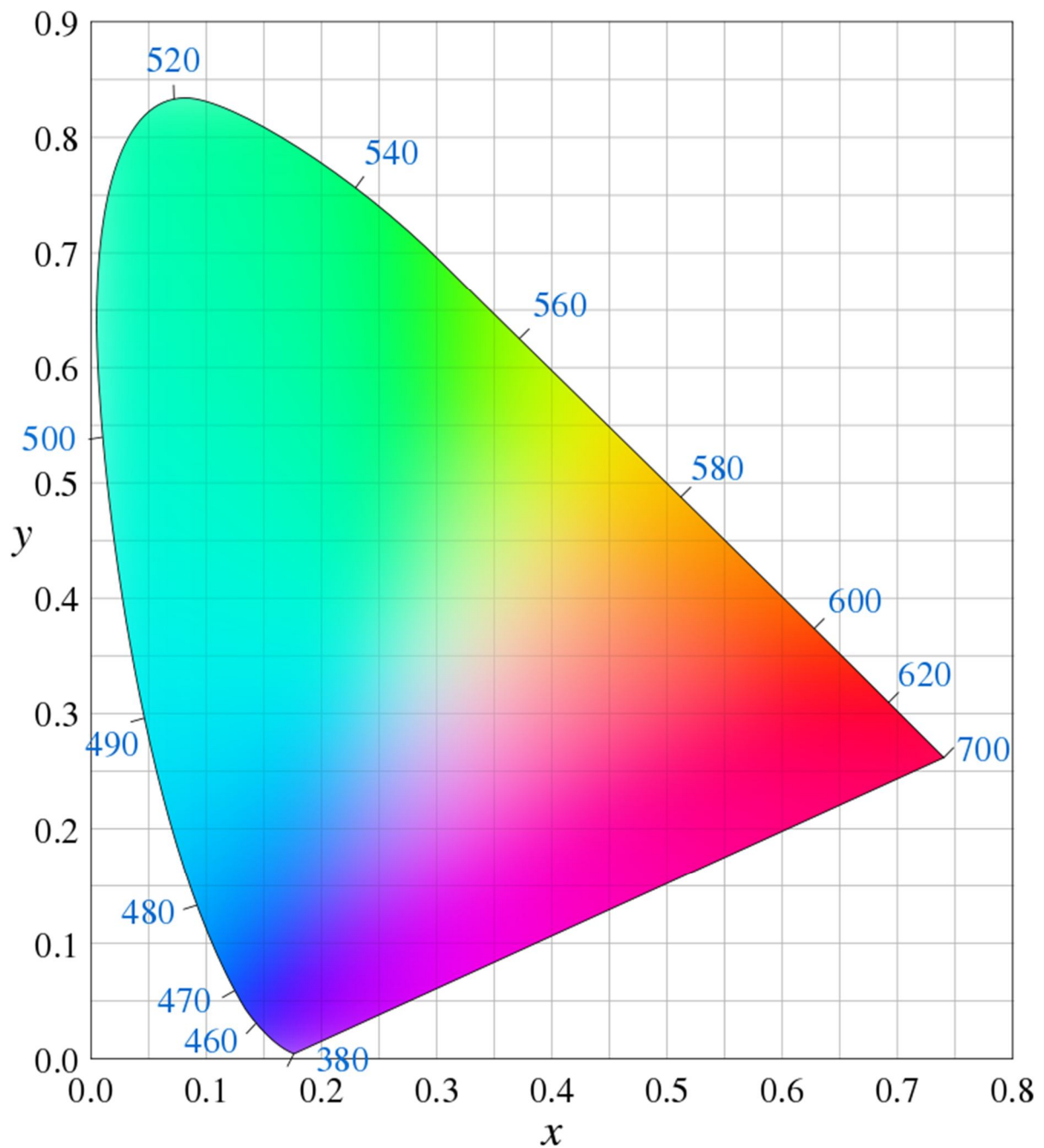


Рис. 3.3.2 Графік кольоровості у системі XYZ для джерела світла С.

Отже, якщо відомий спектр відображення матеріалу, відомі спектральний розподіл енергії джерела світла та функції складання квітів для «стандартного спостерігача», стає можливим визначення координат кольору і кольоровості, які однозначно визначають колір предмета при заданих умовах спостереження.

Спектрофотометричний метод вимірювання координат кольору пігментів може бути здійснений двома способами:

1. За способом зважених ординат. В цьому випадку координати кольору визначають за рівнянням (1), замінюючи інтегрування підсумовуванням отриманих коефіцієнтів дифузного відбиття, виміряних через вибраний інтервал довжин хвиль (наприклад, 20 нм) на величини E_x , E_y , E_z .

2. За способом обраних ординат. Тоді координати кольору визначають множенням суми коефіцієнтів дифузного віддзеркалення при обраних довжинах хвиль (ординатах) на коефіцієнти 0,09807; 0,1; 0,11822 для координат X , Y , Z відповідно. Значення обраних ординат наведені у табл. 2.

Описаний алгоритм розрахунку величин X , Y , Z , x , y , z реалізований у програмах для ПЕВМ, наведених у дод. 1 і 2.

Результати розрахунків координат кольору та кольоровості внести у табл. 1 і 2.

3.3.4 Визначення чистоти кольору, кольорового тону та яскравості пігменту

Крім певного кольору за координатами кольору X , Y , Z , координатами кольоровості x , y , z у сукупності з координатою кольору Y існує можливість визначення кольору за кольоровим тоном λ , чистого кольору P та яскравості Y .

Кольоровий тон характеризується домінуючою довжиною хвилі λ , тобто довжиною хвилі, що відповідає максимуму на спектрі віддзеркалення зразка. Вона може бути визначена на кольоровому графіку (рис. 2) за заданими або розрахованими координатами кольоровості x , y даному зразку (наприклад, точка E). Для цього точку білого кольору C в центрі діаграми з'єднують прямою лінією з точкою $E(x, y)$, потім цю пряму подовжують до лінії спектрально чистих кольорів. Отримана точка перетинання (580 нм) відповідає домінуючій довжині хвилі або кольоровому тону даного зразка.

Чистота кольору P визначається відношенням фотометричної яскравості монохроматичного випромінювання та загальної яскравості випромінювання. На кольоровому графіку величина чистоти кольору P визначається відношенням відстані від точки C до точки з координатами кольоровості даного зразка $E(x, y)$ та довжини відрізка, проведеного через точку C і точку $E(x, y)$ до лінії спектральних кольорів. Яскравість або світлота (L) характеризує кількість

віддзеркаленого зразком світла та численно дорівнюється значенню координати кольору Y , тобто $L = Y$.

За кольоровим графіком (рис. 2) та розрахованим координатам кольоровості визначити чистоту кольору, кольоровий тон. Яскравість пігменту визначити у відповідності з рівнянням (4).

По закінченні виконання роботи слід заповнити протокол досліджень, заповнити табл. 3.3.5 та зробити висновки.

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання оптичних властивостей лакофарбових матеріалів. Визначення кольору лакофарбових матеріалів.

Проведення вимірювань кольору _____

(назва матеріалу)

Таблиця 3.3.5 - Протокол випробувань

№	Зміст	Значення та опис параметру
1	2	3
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.)	
2.	Посилання на Стандарт ІСО	
3.	Докладний опис підготовки зразка	
4.	Характеристика та тип лакофарбового матеріалу	
5.	Метод нанесення лакофарбового покриття	
6.	Тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням	
7.	Товщина покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багатошарова лакофарбова система	

Продовження таблиці 3.3.5

1	2	3
8.	Прилад для вимірювання кольору, колориметрична система, тип джерела випромінювання	
9.	Результати випробувань	
10.	Будь-яке відхилення від встановленого методу випробування	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	Дата проведення випробувань	

Висновки:

**4 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ.
ВИМІРЮВАННЯ БЛИСКУ за ДСТУ EN 13300:2012, ISO 2813**

4.1 Питання для самостійної підготовки

1. Назвати чинники, які впливають на блиск покриттів.
2. Що таке дифузне та дзеркальне відбиття світла?
3. Яким чином можна зменшити блиск покриттів?
4. Навести приклади розчинників та розбавників для різних типів органічних олігомерів.
5. Яким чином значення блиску покриттів використовують при маркуванні водно дисперсійних матеріалів за ДСТУ EN 13300:2012 ?
6. Яким чином кут вимірювання блиску пов'язаний з властивостями поверхні покриттів?
7. При яких значеннях кутів відбиття електромагнітного випромінювання у видимій області спектру вимірюють блиск покриттів за допомогою блискоміру GL0030 PolyGloss(TQC, Нідерланди) за ISO 2813?
8. Навести визначення поняття блиск
9. Яким чином можна збільшити блиск покриттів?

4.2 Теоретичні положення

Блиск є візуальним сприйняттям оптичних властивостей лакофарбового покриття.

Блиск – це оптична характеристика зразка, що вимірюються у одиницях блиску (Gloss Units, міжнародне позначення - GU). Блиск – це відношення параметрів пучка світла, відбитого від зразка, до параметрів пучка світла, відбитого від поверхні скла з показником заломлення 1,567 при довжині хвилі 587,6 нм в дзеркальному напрямку для встановленого кута відбиття і заданих кутів апертур джерела світла і приймача випромінювання, помножене на 100.

Одиниці вимірювання блиску тільки одиниці блиску (Gloss Units, міжнародне позначення - GU). Не допускається наводити значення блиску у відсотках. Певні значення блиску для лакофарбових покриттів округлюють до цілого числа. Для зручності користування шкалою при визначенні блиску блиск пластинки з чорного полірованого скла з показником заломлення 1,567, виміряним при довжині хвилі 587,6 нм, приймають за 100 одиниць блиску при кутах вимірювання 20 °, 60 ° і 85 °. Можна використовувати пластинки зі скла з показником заломлення 1,567, виміряним при довжині хвилі 546,1 нм (яка є центральною довжиною хвилі на спектральній кривій чутливості людського ока). На значення блиску впливають характеристики поверхні, наприклад шорсткість, текстура, структура зразка.

4.2.1 Сутність методу

. За допомогою пристрою для визначення коефіцієнта дзеркального відображення (блискоміра) визначають значення блиску пофарбованих поверхонь, які корелюються з візуальним сприйняттям блиску. Використовуючи блискоміри можна отримати відношення блиску покриття до блиску плоскої полірованої скляної пластинки з встановленим показником заломлення.

4.2.2 Основні принципи визначення блиску

Принцип визначення блиску заснований на вимірюванні характеристик направлено відбитого пучка світла. Інтенсивність цього пучка світла вимірюють в певному кутовому полі навколо кута відбиття. Інтенсивність відбитого пучка світла залежить від матеріалу поверхні і кута падіння пучка світла. Відповідно на забарвлених поверхнях при збільшенні кута падіння відбивається більше світла. Решта світла заломлюється на межі поділу повітря - лакофарбове покриття, дифузно відбивається покриттям і / або поглинається шляхом абсорбції світла.

Дзеркальне відображення від об'єктів помітно сильніше, коли пучок світла відбивається від поверхні більш цілеспрямовано. Падаючий пучок світла відбивається від глянцевої поверхні тільки в головному дзеркальному напрямку. Від матових поверхонь світло відбивається не тільки в головному дзеркальному напрямку, але і дифузно розсіюється у всіх тілесних кутах. Чим більш рівномірно розсіюється світло в просторі, тим менше інтенсивність спрямованої складової і тим більш матовою виглядає поверхня.

На рисунку 4.1 показаний зв'язок між сприйняттям блиску візуально однаково класифікованих зразків покриттів (від матових до глянцевих) і присвоєними значеннями блиску для кутів вимірювання 20° , 60° і 85° .

Наприклад, за рис. 4.1 сприйняття блиску, рівному 9, відповідає 35 одиницям блиску під кутом 20° , 70 одиницям блиску під кутом 60° і 95 одиниць блиску під кутом 85° .

Залежність кривих блиску від сприйняття блиску від матових до глянцевих покриттів

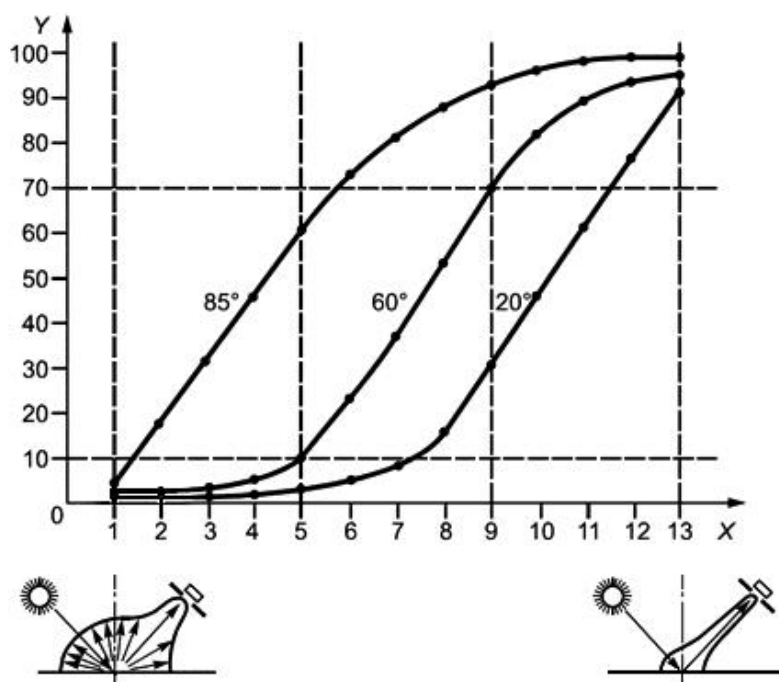


Рисунок 4.1 – Криві блиску: Y - значення блиску; X - збільшення сприйняття блиску від матового до глянцевого покриттів

За рахунок нелінійності кривих, що характеризують блиск відповідно до рис. 4.1, блиск для кожного кута вимірювання можна диференціювати тільки в конкретному діапазоні. На практиці - в залежності від ступеня блиску поверхні зразка - обрано такі кути вимірювання (див. рис. 4.2):

- геометрія 20° - для глянцевих поверхонь;
- геометрія 60° - для поверхонь із середнім блиском;
- геометрія 85° - для матових поверхонь.

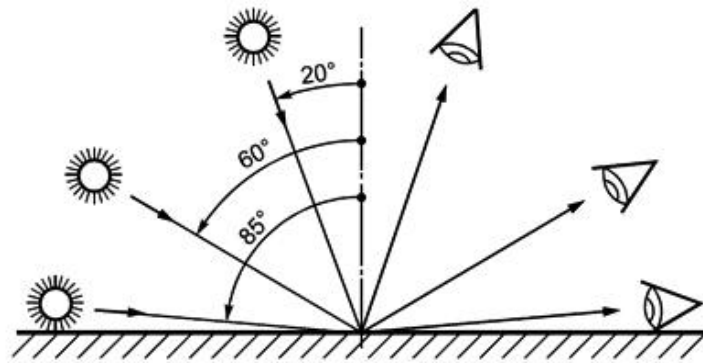


Рисунок 4.2 – Схематичне зображення кутів вимірювання для кожного значення блиску необхідно вказувати геометрію

4.2.3 Оптична будова і хід пучка світла при вимірюванні блиску

Хід пучка світла в блискомірі показаний на рис. 4.3.

Світловий пучок від джерела випромінювання направляють на випробувану поверхню під встановленим кутом, а відбитий світловий пучок потрапляє на лінзу, встановлену під таким же кутом, і фокусується на приймачі випромінювання.

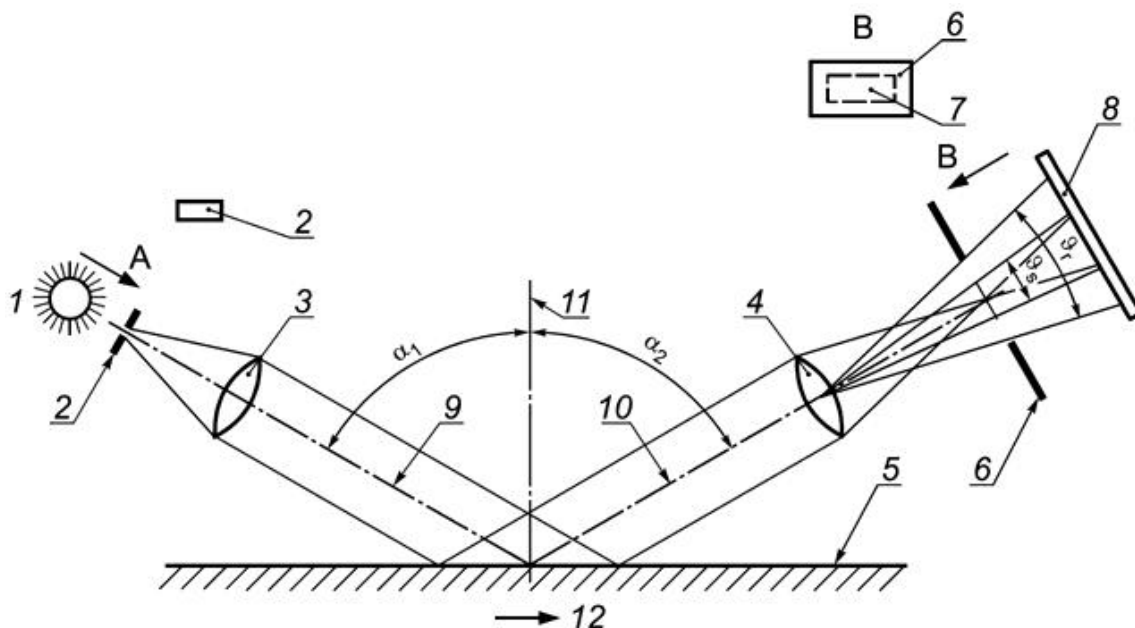


Рисунок 4.3. Схематичне зображення ходу пучка світла в блискомірі (перетин в площині проведення вимірювання), де:

- 1 - джерело світла (джерело); 2 - апертура джерела світла; 3 - лінза джерела світла; 4 - лінза приймача випромінювання; 5 - випробувана поверхню; 6 - польова діафрагма приймача випромінювання; 7 - зображення апертури джерела на польовій діафрагмі приймача випромінювання; 8 - приймач випромінювання; 9 - оптична вісь падаючого пучка світла; 10 - оптична вісь відбитого пучка світла; 11 - нормаль до поверхні випробуваного зразка; 12 - напрямок вимірювання;

4.4 Пластинки для випробувань

Якщо інші умови не визначено, що поверхні, що фарбуються вибирають відповідно до передбачуваного практичного застосування.

Пластинки для випробувань повинні бути плоскими і без деформацій.

4.5 Посуд і реактиви

1. Вимірювальні зразки
2. Блискомір
3. Лакофарбовий матеріал

4.5.1 Підготовка та фарбування

Кожну пластинку готують і фарбують відповідно до вимог, встановлених в нормативній документації або технічній документації на лакофарбовий матеріал.

4.5.2 Сушка і кондиціонування

Тверднення лакофарбових матеріалів на пофарбованих пластинах триває протягом встановленого часу за певних умов відповідно до вимог нормативних документів або технічної документації.

Кондиціонування пофарбованих пластин перед випробуванням при температурі $(23 \pm 2) ^\circ \text{C}$ і відносній вологості повітря $(50 \pm 5)\%$ здійснюється протягом не менше 16 год, якщо інші умови кондиціонування не узгоджені, що має бути зазначено в протоколі випробування.

Відбитки пальців, пил або інші забруднення на поверхні зразка призводять до змін і / або неточним значенням блиску. Тому пофарбовані пластинки необхідно зберігати і поводитися з ними акуратно.

4.8.3 Товщина покриття

Товщину висушеного лакофарбового покриття визначають за допомогою мікрометрів.

При порівняльних вимірах значення товщини покриттів повинні бути порівняні. Відхилення від номінальної товщини - $\pm 20\%$.

4.9 Проведення випробувань

4.9.1 Вибір геометрії

Встановлюють оптимальну геометрію на основі значення блиску випробуваного зразка, визначеного при куті вимірювання 60° .

- Для глянцевої покриттів, значення блиску яких вище 70 одиниць блиску при вимірюванні під кутом 60° , для більш точного визначення блиску вимір проводять під кутом 20° .

- Для матових покриттів, значення блиску яких нижче 10 одиниць блиску при вимірюванні під кутом 60° , для більш точного визначення блиску вимір проводять під кутом 85° .

Примітки

1. Визначення втрати блиску через подряпини, впливу атмосферних умов або пошкоджень іншого виду часто впливає на вибір геометрії вимірювання при визначенні блиску, що негативно позначається на межах повторюваності і відтворюваності.

2. Рекомендується визначати блиск глянцевої покриттів під кутом 60° до і після впливу, наприклад, атмосферних умов, при яких високоглянсові покриття втрачають блиск, а не під кутом 20° . В цьому випадку прецизійність набагато вище, ніж при вимірі під кутом 20° до і після впливу.

4.9.2 Вимірювання блиску

При вимірюванні блиску випробуваних покриттів на скляних пластинках за допомогою блискоміра з відповідною геометрією проводять три вимірювання блиску пофарбованих скляних пластинок, розташовуючи блискомір на різних ділянках, але обов'язково паралельно напрямку нанесеного матеріалу. Якщо розкид показань менше 5 одиниць блиску, записують середньоарифметичне значення як результат вимірювання блиску.

Якщо розкид показань перевищує 5 одиниць блиску, то додатково проводять три виміри і записують середньоарифметичне значення і розкид результатів всіх шести вимірювань.

При вимірюванні блиску випробуваних покриттів на пластинках, відмінних від скляних, за допомогою блискоміру з відповідною геометрією проводять шість вимірювань блиску пофарбованих пластинок на різних ділянках або в різних напрямках до поверхні (за винятком покриттів із спрямованою текстурою, такою, як мазки пензля). Якщо розкид показань менше 5 одиниць блиску, записують середньоарифметичне значення як значення блиску.

Якщо розкид показань перевищує 5 одиниць блиску, то додатково проводять шість вимірювань і записують середнє значення і розкид результатів усіх вимірювань.

В одній серії вимірювань на декількох зразках повинна використовуватися одна і та ж геометрія.

Примітки

1. Можливі джерела похибки при вимірюванні блиску представлені в додатку А.

2. Допускається проводити вимірювання блиску прозорих лаків з використанням пластинок з будь-якого чорного скла або шліфованого прозорого скла, покритого зі зворотного боку і по крайках лакофарбовим матеріалом чорного кольору.

4.9.3 Протокол випробувань

Протокол випробувань повинен містити:

а) всі відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.);

б) посилання на цей Стандарт;

с) докладний опис підготовки зразка:

1) матеріал, фарбується; тип лакофарбового матеріалу;

2) метод нанесення лакофарбового покриття;

3) тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням;

4) товщину покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багатошарова лакофарбова система;

5) тип і інформацію про виробника використаного блискоміра; використану геометрію;

6) результати випробувань;

7) будь-яке відхилення від встановленого методу випробування;

8) незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування;

9) дату проведення випробувань.

Дані про вимірювання занести до протоколу, до таблиці 4.9.3.1 та зробити висновки про виконання лабораторної роботи.

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання оптичних властивостей лакофарбових матеріалів. Визначення блиску лакофарбових покриттів.

Проведення вимірювань блиску покриттів на основі _____
(назва матеріалу)

Таблиця 4.9.3.1- Протокол вимірювання блиску

№	Зміст	Значення та опис параметру
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.)	
2.	Посилання на Стандарт ІСО	
3.	Докладний опис підготовки зразка	
4.	Характеристика та тип лакофарбового матеріалу	
5.	Метод нанесення лакофарбового покриття	
6.	Тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням	
7.	Товщина покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багатошарова лакофарбова система	
8.	Прилад для вимірювання блиску	
9.	Результати випробувань	
10.	Будь-яке відхилення від встановленого методу випробування	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	Дата проведення випробувань	

Висновки:

5 ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ВИМІРЮВАННЯ УМОВНОЇ ТВЕРДОСТІ ПОКРИТТІВ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА МАЯТНИКАМИ КЕНІГА ТА ПЕРСОЗА

5.1 Питання для самостійної підготовки

1. Що таке умовна твердість лакофарбового покриття?
2. Порівняльна характеристика умовної твердості покриттів з різним типом органічних олігомерів.
3. Які чинники впливають на умовну твердість покриттів?
4. Одиниці вимірювання умовної твердості лакофарбових покриттів
5. У яких межах може змінюватися скляне число?
6. Характеристики скляних поверхонь, необхідних для вимірювання відносної твердості покриттів
7. Порівняльна характеристика маятників Персоза та Кеніга
8. Вплив температури експерименту на значення умовної твердості лакофарбових покриттів

5.2 Апаратура і матеріали

Прилади:

На рис. 5.1 зображені Маятник А та Маятник Б
SP0500 Маятник Кеніга (TQC, Нідерланди) SP0505-371

Маятник А

Схематичне зображення маятника А

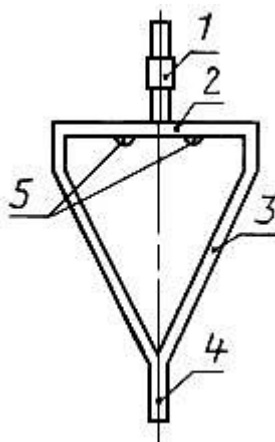


Рис. 5.1. Маятник А, де:

- 1- протизага для регулювання власної частоти; 2 - поперечина; 3 - рамка;
4 - стрілка; 5 - опорні кульки

Маятник Б

Схематичне зображення маятника Б

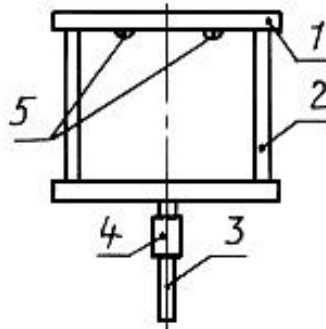


Рис. 5.2. Маятник Б, де:

1 - поперечина; 2 - рамка; 3 - стрілка; 4 - протизвага для регулювання власної частоти; 5 - опорні кульки

Основні характеристики маятників повинні відповідати значенням, наведеним в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 - Характеристики маятників А та Б

Характеристика	Тип маятника	
	А (Кеніга)	Б (Персоза)
Маса маятника, г	200,0±0,2	500,0±0,1
середній період коливань, з	1,40±0,02	1,000±0,001
Діаметр опорних кульок, мм	5,000±0,005	8,000±0,005
Кут відхилення, град	От 6 до 3	От 12 до 4
Твердість опорних кульок, HRC	62-66	62-66
Час загасання коливань на контрольній пластинці ("скляне число"), з	250±10	Не менее 420

Примітки:

1. Час загасання дорівнює числу коливань маятника, помноженому на середній період коливань.
2. Рекомендоване значення часу загасання коливань маятника Б на контрольній пластинці (460 ± 30) с.
3. Допускається застосування опорних кульок з твердістю, HRC, 63 ± 3 для маятника А і $59 \pm 1,5$ для маятника Б.

Платівка з полірованого скла розміром 10x10x0,5 см (контрольна, додається до приладу) і скло для фотографічних пластинок 9x12x1,2 по ТУ 21-0284461-058 *.

Розчинники: спирт етиловий технічний; ацетон технічний або ефір етиловий.

Мікрометр МК 25-1. Допускається для вимірювання товщини покриттів використовувати інші прилади з похибкою вимірювання не більше 5%.

5.3 Підготовка до випробування

Спосіб нанесення лакофарбового матеріалу, кількість шарів, умови тверднення, товщина покриттів, час витримки зразків перед випробуванням вказують в нормативно-технічній документації на лакофарбовий матеріал.

Перед випробуванням слід визначити ступінь висихання лакофарбового матеріалу.

Поверхня покриття після висихання повинна бути рівною і гладкою.

5.4 Проведення випробування

У кожній серії випробування слід застосовувати тільки один маятник, тому що результати випробувань з використанням маятників А і Б не співставні.

За діапазоном вимірюваних значень твердості маятники А і Б ідентичні. Однак на поверхнях з низьким коефіцієнтом тертя маятник Б може прослизати, в цьому випадку слід застосовувати маятник А.

5.5 Умови проведення випробування

Випробування проводять при температурі $(20 \pm 2) ^\circ \text{C}$ і відносній вологості повітря $(65 \pm 5)\%$, якщо немає інших вказівок в нормативно-технічній документації на лакофарбовий матеріал.

Визначення часу загасання коливань маятника на контрольній пластинці ("скляне число")

Контрольну пластинку ретельно протирають розчинником, витирають насухо і поміщають на столик приладу, який плавно піднімають до зіткнення з опорними кульками маятника. Перевіряють установку маятника в нульове положення.

Маятник А відхиляють на 6° , маятник Б - на 12° , не допускаючи бокового зміщення опори, і фіксують за допомогою обмежувача ходу.

Маятник звільняють і визначають число коливань за показаннями лічильника при припиненні відліку коливань, після чого столик опускають, пластинку пересувають і повторюють випробування.

Вимірювання виконують не менше ніж в трьох ділянках пластинки.

Перевірку приладу по контрольній пластинці проводять до і після виконання серії вимірювань. Час загасання коливань має відповідати величині, наведеної в таблиці.

5.6 Випробування зразків покриттів

Контрольну пластинку замінюють платівкою з випробуваним лакофарбовим матеріалом і проводять випробування.

За результат випробування приймають середнє арифметичне отриманих результатів вимірювання часу або числа коливань маятника на контрольній пластинці і випробуваному зразку покриття.

Відхилення значень одиничних вимірювань від середнього арифметичного не повинно перевищувати 3%.

5.7 Обробка результатів

Твердість лакофарбового покриття (Н) у відносних одиницях обчислюють за формулою

$$H = \frac{t_0}{t_k} = \frac{t \cdot N_0}{t \cdot N_k} = \frac{N_0}{N_k}$$

де t_0 - час загасання коливань маятника на випробуваному зразку, с;

t_k - час загасання коливань маятника на контрольній пластинці, с;

t_c - середній період коливань маятника, з (= 1,4 с для маятника А, = 1,0 с для маятника Б);

N_0 - число коливань маятника на випробуваному зразку;

N_k - число коливань маятника на контрольній пластинці.

Результат округлюють до другого десяткового знака.

Одержані в результаті виконання роботи дані слід занести до протоколу та табл. 5.7.1 і зробити висновки.

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання механічних властивостей лакофарбових матеріалів. Визначення умовної твердості лакофарбових покриттів.

Проведення вимірювань умовної твердості покриттів _____

(назва матеріалу)

Таблиця 5.7.1 - Протокол випробування та визначення умовної твердості

№	Зміст	Значення та опис параметру
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.)	
2.	Посилання на Стандарт ISO	
3.	Докладний опис підготовки зразка	
4.	Характеристика та тип лакофарбового матеріалу	
5.	Метод нанесення лакофарбового покриття	
6.	Тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням	
7.	Товщина покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багат шарова лакофарбова система	
8.	Прилад для вимірювання умовної твердості	
9.	Результати випробувань	
10.	Будь-яке відхилення від встановленого методу випробування	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	Дата проведення випробувань	

Висновки:

6 ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ВИМІРЮВАННЯ СТІЙКОСТІ ДО УДАРУ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРИЛАДУ TQC ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ

6.1 Питання для самостійної підготовки

1. Що таке стійкість лакофарбових покриттів до удару?
2. За яким стандартом ІСО проводять вимірювання щодо стійкості лакофарбових покриттів до удару?
3. Які одиниці виміру стійкості лакофарбових покриттів до удару?
4. Чинники, що обумовлюють стійкість лакофарбових покриттів до удару.
5. При якому вмісті пігментів та наповнювачів у складі лакофарбового матеріалу спостерігається максимум на залежності стійкості покриттів до удару від вмісту пігментів та наповнювачів?
6. Якими повинні бути дії технолога, якщо при постановці «на тип» стійкість покриттів емалі до удару 40 см, а у нормативно-технічній документації на матеріал стійкість до удару повинна бути 50 см?

6.2 Загальні відомості

6.2.1 Прилад для визначення міцності плівок при ударі

При вимірюванні стійкості покриттів до удару відповідно до сучасних вимог міжнародного стандарту ІСО 6272-2002 застосовується прилад, що вимірює максимальну висоту, при вільному падінні з якої вантаж певної маси не викликає видимих механічних пошкоджень на поверхні випробовуваної пластини з лакофарбним покриттям. Міцність лакофарбових покриттів при ударі вимірюється значенням максимальної висоти в сантиметрах, з якою бойок з вантажем масою 1 кг вільно падає на випробовувану поверхню відповідно до стандарту ІСО 6272 або по ASTM D 2794.

6.2.2 Технічні характеристики

Технічні характеристики У1-53007 :

Маса вантажу, кг $1 \pm 0,001$

Довжина шкали приладу, мм 1000.

Ціна ділення шкали, мм $10 \pm 0,5$.

Глибина проникнення бойка в покриття (ІСО 6272) регулюється комплектом обмежувачів і складає - від 2 до 10 мм.

Випробування можна проводити двома способами:

за схемою не зруйнувалося/зруйнувалося, коли випробування проводять при певній висоті падіння і певній масі вантажу, тобто випробовують покриття на відповідність конкретним вимогам

як випробування, в ході якого визначають мінімальну висоту падіння при поступовому збільшенні висоти падіння і мінімальну масу або маси вантажу, при яких покриття розтріскалося або сталося його відшарування від забарвленої поверхні.

6.3 Проведення випробування

1. Випробування проводять при $(20 \pm 2)^\circ \text{C}$ і відносній вологості повітря $(65 \pm 5)\%$.

2. Платівку розміщують на поверхню під бойок покриттям вгору або вниз (зворотний удар), стежачи за тим, щоб вона щільно прилягала до поверхні. Положення пластинки має бути зазначено в нормативно-технічній документації на лакофарбовий матеріал. Ділянка пластинки, на яку буде падати вантаж, повинна перебувати на відстані не менше 20 мм від краю пластинки і не менше 40 мм від центру інших ділянок, які раніше піддавалися удару.

3. Якщо значення міцності покриття при ударі невідомо, то вантаж встановлюють на висоті 10 см, а потім приводять прилад в дію; при цьому вантаж вільно падає на бойок, який передає удар на платівку, що лежить на поверхні. Після удару вантаж піднімають, пластинку виймають і розглядають покриття лакофарбового матеріалу в лупу з 4-х кратним збільшенням з метою виявлення механічного пошкодження (тріщини, відшарування).

Якщо зазначені дефекти відсутні, то випробування повторюють, збільшуючи висоту скидання вантажу кожен раз на 5 - 10 см до тих пір, поки не будуть виявлені перші пошкодження покриття при ударі.

Повторні випробування проводять кожного разу на новій ділянці пластинки. Для кожної висоти визначення повторюють не менше трьох разів.

4. Якщо значення міцності покриття при ударі зазначено в нормативно-технічній документації на лакофарбовий матеріал, то вантаж встановлюють на задану висоту.

6.4 Обробка результатів

Міцність покриття при ударі умовно визначають числовим значенням максимальної висоти в сантиметрах, при падінні з якої вантаж масою 1 кг не завдає механічних пошкоджень покриття випробуваного зразка.

За результатами випробування беруть значення максимальної висоти, при якій отримують три позитивних визначення випробування.

Якщо ця умова не виконується, то випробування повторюють ще на двох платівках, при цьому результати повинні збігатися не менше, ніж на восьми з дев'яти визначень.

Результати з визначення стійкості покриттів до удару слід занести до протоколу і табл. 6.4.1 та зробити висновки

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання механічних властивостей лакофарбових матеріалів. Визначення стійкості покриттів на основі лакофарбових матеріалів до удару.

Проведення вимірювань міцності покриттів до удару

(назва матеріалу)

Таблиця 6.4.1 - Протокол випробування з визначення стійкості покриттів до удару

№	Зміст	Значення та опис параметру
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.)	
2.	Посилання на Стандарт ІСО	
3.	Докладний опис підготовки зразка	
4.	Характеристика та тип лакофарбового матеріалу	
5.	Метод нанесення лакофарбового покриття	
6.	Тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням	
7.	Товщина покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багатошарова лакофарбова система	
8.	Прилад для вимірювання стійкості покриттів до удару	
9.	Результати випробувань	
10.	Будь-яке відхилення від встановленого методу випробування	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	Дата проведення випробувань	

Висновки:

7 ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ВИМІРЮВАННЯ ЕЛАСТИЧНОСТІ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ШКАЛИ ЕЛАСТИЧНОСТІ З ЦИЛІНДРИЧНИМИ СТРИЖНЯМИ

7.1 Питання для самостійної підготовки

1. Що таке стійкість покриттів до вигину чи еластичність покриттів за шкалою еластичності з циліндричними стрижнями?
2. Одиниці вимірювання стійкості покриттів до згину чи еластичності покриттів за шкалою еластичності з циліндричними стрижнями?
3. Як визначають стійкість покриттів до згину чи еластичність покриттів за шкалою еластичності з циліндричними стрижнями?
4. Чинники, що обумовлюють стійкість лакофарбових покриттів до удару.
5. При якому вмісті пігментів та наповнювачів у складі лакофарбового матеріалу спостерігається мінімум на залежності стійкості покриттів до згину від вмісту пігментів та наповнювачів?
6. Якими повинні бути дії технолога, якщо при постановці «на тип» стійкість покриттів емалі до згину 4,0 мм, а у нормативно-технічній документації на матеріал стійкість до удару повинна бути 1,0 мм?

7.2 Загальні відомості

Еластичність, міцність покриттів при вигині вимірюють навколо набору циліндричних стрижнів з діаметрами стрижнів від 2 мм до 32 мм. Метод полягає у визначенні мінімального діаметра металевого циліндричного стрижня, згинання на якому пофарбованої металевої платівки не викликає механічного руйнування або відшаровування одношарової або багатошарової лакофарбової плівки при певній товщині плівки. Міцність на вигин, напевно, один з найпростіших методів контролю покриття та несе велику інформативність про якість лакофарбових матеріалів.

Прилад для випробування покриттів на міцність при циліндричному вигині являє собою станину, з закріпленими на ній зажимами для зразка і спеціальним механізмом для здійснення згину пластини навколо стержня заданого діаметра. Попередньо підготовлений зразок встановлюють між губками затискачів і надійно фіксують обертанням ручки затискачів. Після цього підтискають зразок до стрижня обертанням верхньої ручки приладу і здійснюють вигин пластинки навколо стрижня.

Пластинки для випробування повинні бути плоскими і недеформованими, а поверхня з лицьового і зворотнього боку не повинна мати видимої хвилястості або тріщин.

7.2.1 Форма і розміри

Пластинки для випробування повинні мати прямокутну форму. Розмір залежить від типу приладу: товщиною до 0,3 мм (прилад типу 1), до 1,0 мм (прилад типу 2) або до 0,32 мм (прилад типу 3), якщо інше не вказано. Розмір платівок для випробувань на приладі типу 3: довжина-700-150 мм, ширина - 20-50 мм.

Пластинки потрібного розміру можуть бути нарізані після нанесення і сушіння покриття за умови, що покриття не порушується і не деформується. У разі алюмінієвих пластинок довша сторона повинна бути паралельна подовжньому напрямку прокату металу.

Товщина і матеріал пластинки повинні бути вказані в протоколі випробування.

7.2.2 Підготовка покриттів до випробувань

Якщо немає інших вказівок, пластинку форбують відповідно до вказівок для даного лакофарбового матеріалу або системи покриттів.

При нанесенні лакофарбового матеріалу пензлем штрихи від пензля повинні бути паралельні довгій стороні пластинки.

7.2.3 Сушка і витримка пластинок

Пофарбовані пластинки піддають природньому або гарячому твердненню при певній температурі і вологості протягом певного часу, зазначених у нормативному або технічному документі на лакофарбовий матеріал.

Якщо не обумовлені інші умови, то перед випробуванням пластинки витримують при температурі $(23 \pm 2)^\circ \text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$

7.2.4 Товщина покриття

Товщину висушеного покриття в мікрометрах визначають будь-яким методом

7.2.5 Умови випробувань

Випробування проводять при температурі $(23 \pm 2)^\circ \text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$.

7.3 Методика випробування на стрижні встановленого розміру загальні положення

Випробування проводять на двох платівках відповідним методом, після цього пластинки оглядають. При розбіжності отриманих результатів проводять додаткові випробування.

Платівку поміщають в повністю відкритий прилад зі стрижнем встановленого діаметра таким чином, щоб вона згодом могла бути вигнута пофарбованою стороною назовні.

Прилад закривають плавно без ривків протягом 1 -2 с, згинаючи платівку навколо стержня на 180 °.

7.6 Огляд випробуваної пластинки

Відразу після вигину оглядають покриття пластинки при доброму освітленні.

Покриття в місці вигину оглядають неозброєним оком (з поправкою на нормальний зір) або за домовленістю за допомогою лупи з 4-кратним збільшенням для виявлення тріщин і / або відшаровування від пофарбованої поверхні, відступаючи не менше 10 мм від краю пластинки.

Якщо використовують лупу, то необхідно відзначити це в протоколі випробування, щоб уникнути плутанини при порівнянні з результатами, отриманими під час огляду неозброєним оком.

7.8 Визначення діаметра першого стрижня, на якому сталося руйнування покриття

Випробування починають з стрижня найбільшого діаметра. Якщо змін не відбулося, то випробування повторюють, послідовно зменшуючи діаметр стрижня, до моменту утворення на покритті в місці вигину тріщин і / або відшаровування покриття від поверхні, що фарбується.

Записують діаметр першого стрижня, на якому покриття дає тріщини і / або відбувається відшаровування від поверхні, що фарбується, після підтвердження результату шляхом повторення випробування на стрижні такого ж діаметру на новій платівці.

Якщо при випробуванні на стрижні самого маленького діаметру не відбувається руйнування, то цей факт також відзначають.

7.9 Обробка результатів

Результати з визначення стійкості покриттів до згину слід занести до протоколу і табл. 6.4.1 та зробити висновки.

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання механічних властивостей лакофарбових матеріалів. Визначення стійкості покриттів на основі лакофарбових матеріалів до вигину.

Проведення вимірювань міцності покриттів до вигину

(назва матеріалу)

Таблиця 6.4.1 - Протокол випробування з визначення стійкості покриттів до згину

№	Зміст	Значення та опис параметру
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.)	
2.	Посилання на Стандарт ІСО	
3.	Докладний опис підготовки зразка	
4.	Характеристика та тип лакофарбового матеріалу	
5.	Метод нанесення лакофарбового покриття	
6.	Тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням	
7.	Товщина покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багатошарова лакофарбова система	
8.	Прилад для вимірювання стійкості покриттів до згину	
9.	Результати випробувань	
10.	Будь-яке відхилення від встановленого методу випробування	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	Дата проведення випробувань	

Висновки:

8 ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СИРОВИНИ ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ. ВИМІРЮВАННЯ АДГЕЗІЇ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ЛАКОФАРБОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЗА УНІВЕРСАЛЬНИМ ШАБЛОНОМ

8.1 Питання для самостійної підготовки

1. Що таке адгезія лакофарбових покриттів?
2. Назвати фактори, що впливають на адгезію лакофарбових покриттів.
3. Яке найкраще значення адгезії лакофарбових покриттів за євростандартами та за ДСТУ?
4. Назвати одиниці виміру адгезії лакофарбових покриттів.
5. Яким чином товщина лакофарбового покриття врахована при вимірюванні адгезії лакофарбових покриттів за універсальним шаблоном методом решітчастих надрізів?
6. Чи пов'язані захисні та механічні властивості лакофарбових матеріалів з адгезією покриття?

8.2 Загальні відомості

Адгезія – (adhesion) – це прилипання, зв'язок між приведеними у контакт різнорідними поверхнями. Існують молекулярна, механічна, хімічна, дифузійна, електрична та інші теорії адгезії, які свідчать про вплив багатьох процесів та факторів на утворення адгезійного зв'язку між матеріалом та субстратом.

Визначення адгезії лакофарбових покриттів

Метод призначений для покриттів, нанесених на тверді (наприклад, метал) і м'які (наприклад, деревина, штукатурка) поверхні, які фарбуються. Для різних поверхонь, що офарблюються, випробування проводять за різними методиками.

Метод не застосовують при товщині покриття понад 250 мкм і для текстурованих (шорсткуватих) покриттів.

Метод може бути використаний за схемою:

- витримує випробування / не витримує випробування;
- як випробування (при необхідності), в ході якого визначають адгезію за шестибальною класифікації.

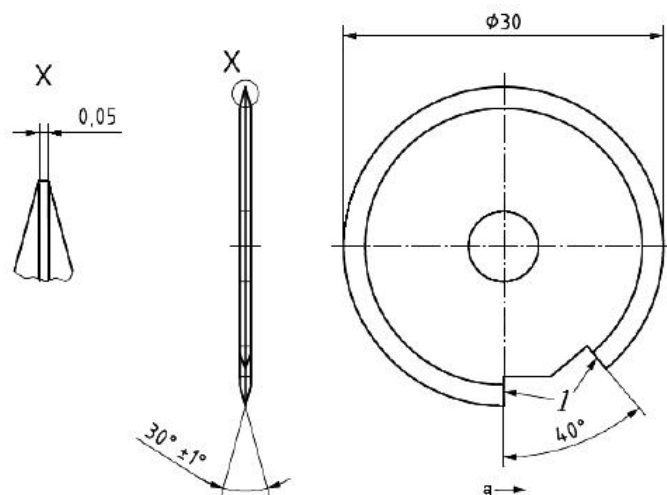
8.4 Апаратура

Ріжучі інструменти, ручна лупа з 4-х кратним збільшенням, м'яка кисть, скотч, шаблони.

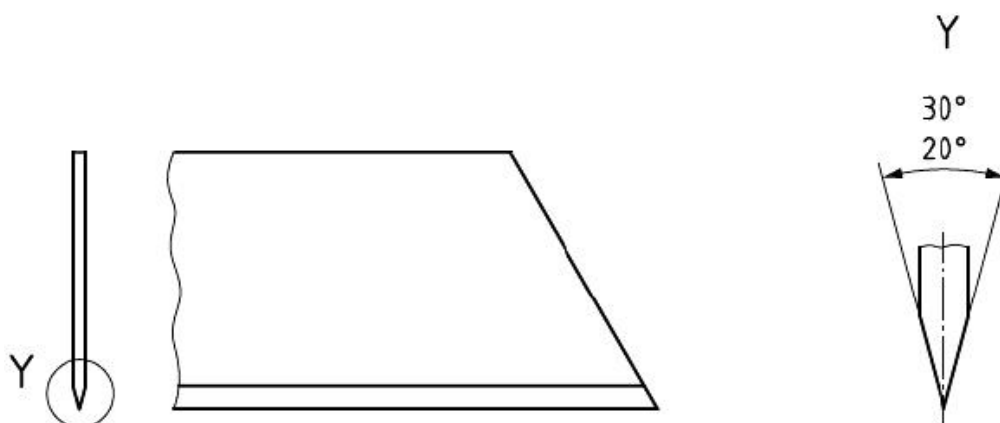
8.5 Загальні вимоги до ріжучих інструментів

Ріжуча частина інструменту повинна робити розріз V-подібної форми через всю товщину покриття і ріжучі кромки повинні бути добре заточені, як показано на рис. 8.5.1.

Однолезові ріжучі інструменти



а) - Ручний однолезовий ріжучий інструмент

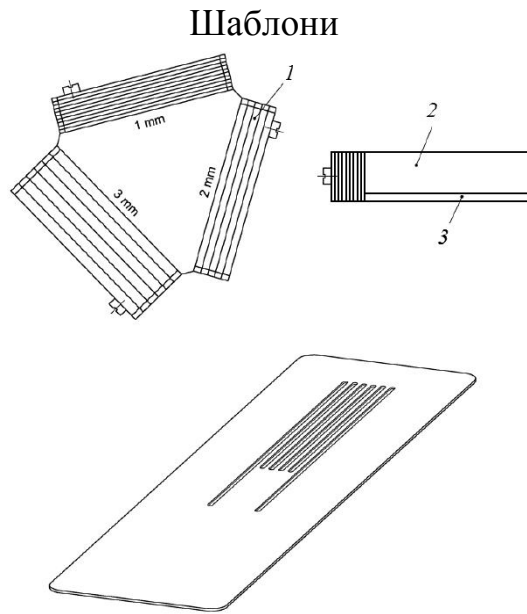


б) - ріжучий інструмент з жорстким лезом з V - образною ріжучою кромкою
1 – ріжуча кромка; а - напрям розрізу

Рисунок 8.5.1 - Однолезові ріжучі інструменти

8.5.1 Шаблони

Для правильного розташування надрізів при використанні однолезового ріжучого інструменту необхідні шаблони, показані на рисунку 8.5.2.



1 - шаблони для надрізів через 1, 2 і 3 мм, 2 - ламінований пластик або метал,
3 - гума

Рисунок 8.5.2 - Шаблони

8.5.2 М'яка кисть

Кисть волосяна, плоска, м'яка, шириною не менше 10 мм; довжина волосся - не менше 15 мм.

Скотч або прозора липка стрічка, яку приклеюють до покриття при натисканні, з адгезійною міцністю від 2,4 до 4,0 Н / см, повинна мати ширину стрічки не менше 50 мм.

8.5.3 Пластинки для випробувань

Пластинки для випробування повинні бути плоскими і не деформованими.

Розміри пластинок повинні забезпечувати проведення випробування на трьох різних ділянках поверхні, відстань між якими має бути не менше 5 мм і від краю пластинки - не менше 5 мм.

При використанні пластинок з м'якого матеріалу, наприклад деревини, їх товщина повинна бути не менше 10 мм, при використанні пластинок з твердого матеріалу - не менше 0,25 мм.

Примітки

1 Рекомендується використовувати прямокутні пластинки розміром 150x100 мм.

2 В разі використання пластинок з деревини напрямок і структура волокон можуть впливати на результати випробування, а різко виражена структура робить оцінку неможливою.

8.5.4 Твердження

Пофарбовані пластинки висушують в природних умовах (або піддають гарячій сушці) і піддають старінню (при необхідності) з подальшою витримкою протягом встановленого часу і умов відповідно до вказівок для випробуваного ЛФМ або системи покриттів.

8.5.5 Товщина покриття

Товщину висушеного покриття в мікрометрах визначають будь-яким методом на ділянках покриття, на яких роблять надріз, як можна ближче до місця надрізу. Різниця в товщині покриття по довжині не повинна перевищувати 10% при використанні спеціально підготовлених зразків і 20% - при проведенні випробувань на виробах.

8.6 Проведення випробувань

8.6.1 Умови проведення випробувань

У лабораторних умовах випробування проводять при температурі $(23 \pm 2)^\circ \text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$. На виробах випробування проводять в умовах навколишнього середовища, які повинні бути виміряні і запротокольовані.

8.6.2 Витримка забарвлених пластинок

Перед випробуванням пофарбовані пластинки витримують при температурі $(23 \pm 2)^\circ \text{C}$ і відносній вологості $(50 \pm 5)\%$ не менше 16 год, якщо інші умови не визначено в НД або ТД на випробовуваний матеріал або не узгоджені з зацікавленими сторонами.

8.6.3 Число надрізів

Число надрізів довжиною не менше 20 мм в кожному напрямку ґратчастого малюнку повинно дорівнювати шести.

8.6.4 Відстань між надрізами

Відстань між надрізами в кожному напрямку має бути однаковим і залежить від товщини покриття і типу (твердості) матеріалу:

- до 60 мкм - відстань 1 мм для твердих поверхонь (наприклад, металу і пластмаси);
- до 60 мкм - відстань 2 мм для м'яких поверхонь (наприклад, деревини і штукатурки);
- від 61 до 120 мкм - відстань 2 мм для твердих і м'яких поверхонь;
- від 121 до 250 мкм - відстань 3 мм для твердих і м'яких поверхонь.

8.6.5 Кількість визначень

Випробування проводять не менше ніж на трьох ділянках покриття на платівці. Якщо результати не співпадають на будь-яких двох ділянках і відмінність перевищує один бал, визначення повторюють на трьох інших ділянках цієї ж або іншої пластинки. Записують результати всіх визначень.

8.6.6 Нанесення надрізів ручним способом

Встановлюють випробувану пластинку на тверду плоску поверхню, щоб не допустити її деформації під час випробування.

Перед випробуванням перевіряють ріжучу кромку і підтримують її в робочому стані за допомогою заточки або заміни інструменту.

Виконують надрізи вручну, з огляду на наступні вказівки:

- при випробуванні покриттів на деревині або аналогічному матеріалі надрізи виконують під кутом 45° до напрямку волокна матеріалу. Повторюють зазначену операцію під кутом 90° до первинних надрізів для отримання решітки;
- при випробуванні покриттів на твердій поверхні надрізи виконують в довільному напрямку.

Лезо ріжучого інструменту тримають перпендикулярно до поверхні випробуваної пластинки. При рівномірному тиску на різальний інструмент, використовуючи шаблон, наносять на покриття шість надрізів при рівномірній швидкості різання в напрямку від оператора довжиною не менше 20 мм.

Повторюють зазначену операцію під кутом 90° до первинних надрізів для отримання решітки з чітко вираженими точками перетину.

Всі надрізи повинні доходити до поверхні, що фарбується.

Якщо через твердість покриття неможливо прорізати його до поверхні, що фарбується, випробування вважають недійсними, що відзначають в протоколі випробувань.

Видаляють відшарувалися покриття з площі надрізів.

8.6.7 Приклади способів видалення відшарованому покриття

Використання кисті

Обережно очищають пластинку м'якою кистю (3.5 цього стандарту), проводячи кілька разів вперед і назад вздовж обох діагоналей решітки.

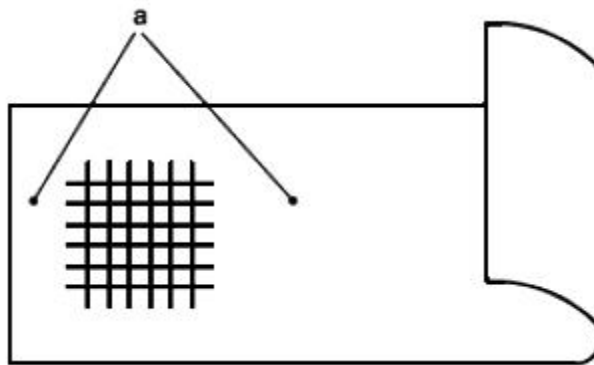
Використання липкої стрічки

При проведенні випробувань покриттів, нанесених на тверду і дерев'яну фарбується, може бути використана липка стрічка.

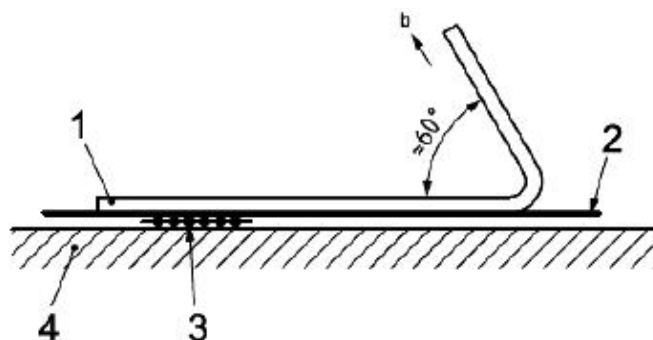
На початку нової серії випробувань з котушки зі стрічкою видаляють два повних витка стрічки. При рівномірній швидкості відмотують і відрізають шматок завдовжки приблизно 75 мм.

Центр відрізаної стрічки поміщають на решітку паралельно одному з напрямків надрізів, як показано на рисунку 8.6.7.1, і розгладжують стрічку пальцем по поверхні решітки і на відстані не менше 20 мм за ґратами.

Розташування липкої стрічки



a - Положення липкої стрічки щодо решітки



*b - Положення безпосередньо перед видаленням з решітки
a - розгладжена поверхню; b - напрямок видалення
1 - стрічка; 2 - покриття; 3 - розрізи; 4 - фарбується*

Рисунок 8.6.7.1 - Розташування липкої стрічки

Для перевірки щільності контакту з покриттям притискають стрічку пучкою або нігтем. Колір покриття, видимий через стрічку, є показником повної контакту.

Через 5 хв після приклеювання стрічки її видаляють, тримаючи за вільний кінець і плавно відриваючи за 0,5-1,0 с під кутом, приблизно 60 ° (рисунок А.1).

Примітки

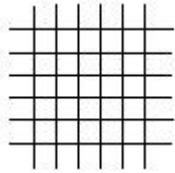
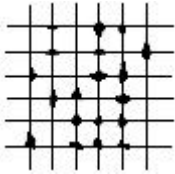
1 Для системи покриттів [наприклад, автомобільне покриття, покриття, отримані спіканням, (порошкові покриття)], рекомендується наклеювання і видалення стрічки в кожному напрямку решітки щонайменше один раз.

2 Для одношарового покриття (наприклад, гальванічного) досить одноразового наклеювання (в одному напрямку) і видалення стрічки.

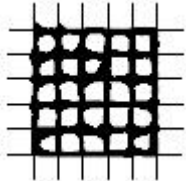
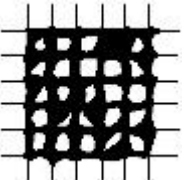
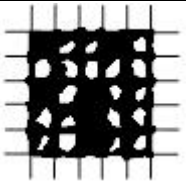
8.6.8 Обробка результатів

Візуально при доброму освітленні досліджують зовнішній вигляд поверхні надрізів випробуваного покриття або за погодженням між зацікавленими сторонами, використовуючи лупу. При огляді поверхонь надрізів повертають пластинку таким чином, щоб кути зору і падаючого світла не обмежувалися одним напрямком. Поверхню випробуваного покриття класифікують відповідно до таблиці 8.6.8.1, порівнюючи з наведеними прикладами.

Таблиця 8.6.8.1 - Класифікація результатів випробування

Класифікація в балах	Опис	Зовнішній вигляд поверхні надрізів з відшаруванням (приклад для шести паралельних надрізів)
1	2	3
0	Краї надрізів повністю гладкі; жоден з квадратів в ґратках не відшарувався	
1	Відшарування дрібних лусочок покриття на перетині надрізів. Площа відшарувань трохи перевищує 5% площі решітки	

Продовження таблиці 8.6.8.1

1	2	3
2	Покриття відшарувалося уздовж країв і / або на перетині надрізів. Площа відшарувань трохи перевищує 5%, але не більше 15% площі решітки	
3	Покриття відшарувалося уздовж країв надрізів частково або повністю широкими смугами і / або відшарувалося частково або повністю на різних частинах квадратів. Площа відшарувань перевищує 15%, але не більше 35% площі решітки	
4	Покриття відшарувалося уздовж країв надрізів широкими смугами і / або деякі квадрати відокремилися частково або повністю. Площа відслонень перевищує 35%, але не більше 65% площі решітки	
5	Будь-яка ступінь відшаровування, яку не можна класифікувати за 4-м балом шкали	-

У таблиці 8.6.8.1 наведена 6-бальна класифікація оцінки результатів. Перші три бали цілком достатні для оцінки за схемою "витримує випробування / не витримує випробування". При необхідності (для спеціальних цілей) можна використовувати всю 6-бальну класифікацію.

Оцінку результатів проводять наступним чином:

- м'яка, що фарбується - негайно після обробки пензлем;
- тверда, що фарбується і деревина в разі використання липкої стрічки - відразу після видалення липкої стрічки.

За результат випробування беруть значення адгезії в балах, відповідне більшості співпадаючих значень, при цьому розбіжність між значеннями не повинно перевищувати один бал.

При випробуванні багатошарового покриття або системи покриттів вказують поверхню розділу шарів, на якій відбулося розшарування (між покриттям і поверхнею, що фарбується або між шарами). Якщо результати випробування відрізняються, то вказують кожен результат.

8.6.8.2 Межа повторюваності

Межа повторюваності - це значення, нижче якого знаходиться очікуване з імовірністю 95% абсолютна розбіжність між результатами двох окремих випробувань.

Для даного методу випробування межа повторюваності дорівнює одному балу.

8.7 Протокол випробувань

Результати з визначення адгезії покриттів слід занести до протоколу і до табл. 8.7.1 та зробити висновки.

ПРОТОКОЛ № _____

Мета даної роботи: Вивчення методики вимірювання механічних властивостей лакофарбових матеріалів. Визначення адгезії покриттів на основі лакофарбових матеріалів.

Проведення вимірювань адгезії

(назва матеріалу)

Таблиця 8.7.1 - Протокол випробування з визначення адгезії покриттів

№	Зміст	Значення та опис параметру
1	2	3
1.	Відомості, необхідні для ідентифікації випробуваного покриття (виробник, торговельне найменування, номер партії і т.д.)	
2.	Посилання на Стандарт ІСО	
3.	Докладний опис підготовки зразка	
4.	Характеристика та тип лакофарбового матеріалу	
5.	Метод нанесення лакофарбового покриття	

Продовження таблиці 8.7.1

1	2	3
6.	Тривалість, умови тверднення лакофарбового матеріалу і, при необхідності, умови старіння покриття перед випробуванням	
7.	Товщина покриття (мкм), метод її вимірювання за ГОСТ 31993 і інформацію, чи є покриття одношаровим або це багатшарова лакофарбова система	
8.	Прилад для вимірювання адгезії, деталі методу видалення відшарованого покриття (кисть, липка стрічка); тип (марку) липкої стрічки із зазначенням адгезійної міцності	
9.	Результати випробувань	
10.	Будь-яке відхилення від встановленого методу випробування	
11.	Незвичайні явища (аномалії), які спостерігаються під час випробування	
12.	Дата проведення випробувань	

Висновки: У висновках необхідно сформулювати основні закономірності для проведення експериментального визначення адгезії та впливу на величину адгезії різних чинників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Караваєв Т. А. Водно-дисперсійні фарби: товарознавча оцінка : монографія / Т. А Караваєв. – Київ : КНТЕУ, 2015. – 287 с.
2. Іванов С. В. Контроль якості лакофарбових матеріалів : підручник / С. В. Іванов, С. В. Тітова, В. В. Трачевський, З. В. Грушак. – Київ : НАУ, 2017. – 452 с.
3. Попович В. В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підручник / В. В. Попович. – Львів : Світ, 2006. – 624 с.
4. Фрейтаг В. Краски, покрытия и растворители. Состав, производство, свойства и анализ / В. Фрейтаг, Л. Стойе. – С.П.: Профессия, 2007. – 526 с.
5. Брок Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке. – М: ООО «Пэйнт-Медиа», 2004. – 548 с.
6. Шаповал М. І. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації : підручник / М. І. Шаповал. – Київ : Європейський університет фінансів, інформаційних систем, менеджменту і бізнесу, 2000. – 174 с.

Виробничо-практичне видання

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання лабораторних робіт з дисципліни

«ЯКІСТЬ СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

(для студентів I курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія, освітня програма «Хімічні технології та інженерія»)

Укладачі: **ГУРІНА** Галина Іванівна,
БРАЖНИК Діна Анатоліївна

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Є. Г. Панова*

План 2020, поз. 96М

Підп. до друку 10.06.2020. Формат 60 × 84/16

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 3,4

Тираж 50 пр. Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 5328 від 11.04.2017.